Morphologisch-anatomische Studien über die xerophile Phanerogamenvegetation der Insel Oeland.

Ein Beitrag zur Kenntnis der oberirdischen vegetativen Organe xerophiler Pflanzen

Von

A. Y. Grevillius.

Mit Tafel I—III.

Inhalt.

Einleitung.

Beim Studium des Einflusses eines trockenen Klimas, bezw. einer trockenen Unterlage auf die Ausbildung des äußeren und inneren Baues der Pflanzen können, wie VOLKENS (I) hervorhebt, drei verschiedene Untersuchungsmethoden benutzt werden. Entweder kann man bei einer und derselben Art Individuen, die in trockener Luft und Erde vegetieren, mit anderen, die bei im übrigen gleichen äußeren Bedingungen größerer Feuchtigkeit ausgesetzt sind, vergleichen, oder können vergleichende Unsuchungen zwischen Arten einer und derselben Gattung, von welchen einige auf trockneren, andere auf feuchteren Standorten gedeihen, angestellt werden; oder endlich kann man die charakteristischen Pflanzen eines bestimmten, durch ein trockenes Klima ausgezeichneten Gebietes untersuchen. VOLKENS ist in der erwähnten Arbeit diesen sämtlichen Methoden gefolgt. — Die erste — die er für am exactesten hielt — wurde

zuvor, von vereinzelten Angaben in der Litteratur abgesehen, nur von DUVAL-JOUVE (I) in Betreff gewisser Gräser angewandt. — Die zweite Methode dürfte bis dahin in consequenter Weise nur von VESQUE (I) benutzt worden sein. Auch andere Verfasser — z. B. HACKEL (I) — haben doch bei vergleichender Untersuchung verwandter Formen den Einfluss höherer oder niederer Feuchtigkeitsgrade auf die Ausbildung anatomischer und morphologischer Charaktere berücksichtigt. — Die dritte Methode hat u. A. VOLKENS, außer in seiner oben erwähnten Arbeit, wo verschiedene Wüstenpflanzen, speciell aus der Sahara, behandelt werden, wie bekannt auch in seiner späteren größeren Arbeit (II) benutzt. Teilweise dieselben Principien haben z. B. den Untersuchungen TSCHIRCH's (I) über die Steppengräser zu Grunde gelegen. Von übrigen Arbeiten, in welchen die Vegetation in Gebieten trockenen Klimas von sowohl anatomischem wie morphologischem Gesichtspunkte aus eingehender behandelt wird, — welche Arbeiten auf eine Minderzahl beschränkt sein dürften — ist derjenigen von WARMING (I) besonders zu gedenken, wo »Hedeplanternes Tilpasning til Tørke« ausführlich auseinandergesetzt wird[1]). Diese sämtlichen Arbeiten beziehen sich auf Gebiete, wo mehr oder minder extreme Verhältnisse des Klimas herrschen, und wo die Flora infolgedessen einen scharf ausgeprägten Charakter angenommen hat, der durch Vorkommen constanter Formen ohne Übergänge zu verwandten, unter mehr ordinären Umständen lebenden gekennzeichnet ist.

Für das Studium der Xerophilie mögen indessen solche Vegetationsgebiete gut geeignet sein, wo sowohl die erste als die dritte der obenerwähnten Untersuchungsmethoden angewandt werden kann, wo, mit anderen Worten, die Klimaverhältnisse nicht hinreichend extrem sind, um die Ausbildung constanter Formen zu ermöglichen, wo also xerophile Formen mit solchen einer und derselben Art verglichen werden können, die an Standorten, wo Klima und Unterlage von mehr ordinärer Beschaffenheit sind, vegetieren, woneben ein Überblick betreffs des Grades und der Beschaffenheit der xerophilen Ausbildung der ganzen diesbezüglichen Vegetation gewonnen werden kann.

Unter den skandinavischen xerophilen Vegetationsgebieten zeichnet sich besonders das sogenannte Alvar der Insel Oeland durch eine große und gleichmäßige Ausbreitung aus. Die ca. 120 km lange und ca. 10 km breite Insel ist von einem nach Osten sehr sanft abschüssigen, ebenen Kalkplateau mit fruchtbaren Abhängen (»Landtborgarne«) an den Seiten gebildet. Das baumlose, an Vegetation dürftige Gebiet, das den größten Teil dieses Kalkplateaus aufnimmt und das »Alvar« genannt wird, besitzt eine charakteristische, xerophile Zwergvegetation, die eine besonders von

1) Betreffs der wichtigsten Litteratur über die Anatomie und Morphologie xerophiler Pflanzen vergl. übrigens WARMING (II).

Kräutern und Gräsern bestehende Matte bildet, in welcher der Kalk oft zu Tage tritt, und die sich im allgemeinen kaum ein paar Decimeter über die Unterlage erhebt. An den unfruchtbarsten Stellen ist die phanerogame Vegetation beinahe auf die Kalkrisse beschränkt.

Die von Dr. H. E. HAMBERG errichteten Karten der K. schwedischen Direction der Landwirtschaft über die Niederschlagsmenge in Schweden in den Jahren 1860—1890 zeigen, dass Oeland, wenigstens während der wärmeren Monate, die geringste Niederschlagsmenge von sämtlichen schwedischen Gegenden, mit Ausnahme des nördlichsten Lappland, erhält. In runder Zahl beträgt der Mittelniederschlag auf Oeland während der genannten Jahre im März 15, April 15, Mai 25, Juni 30—35, Juli 45, August 45, September 35 mm. Betreffs der Niederschläge während der Wintermonate darf ich auf folgenden Auszug aus einer brieflichen Mitteilung des Herrn Landwirtes O. G. WAHLGREN an Herrn Oberlehrer Dr. K. F. DUSÉN in Kalmar, die ich durch die freundliche Güte des letzteren erhalten habe, hinweisen; ». . . Wenn der Schnee auf gefrorenem Boden und, wie dann meistens der Fall ist, unter Sturm fällt, wird er vom Alvar fortgeweht, das dann eine nur wenige Zoll dicke Bedeckung behält. . . . Sehr oft sind mehrere Winter nach einander so arm an Schnee, dass der Boden mit Ausnahme einiger kleinerer Schneehaufen an den Mauern überall nackt ist . . .« Die unbedeutende Niederschlagsmenge während der wärmeren Jahreszeit, die auch beträchtlich geringer ist als überhaupt in Mitteleuropa (vergl. HANN, I) befördert natürlich die Ausbildung einer xerophilen Vegetation; und in den Wintermonaten nehmen die überwinternden Organe anstatt der Schneedecke andere von ihnen selbst gelieferte Schutzmittel gegen die ausdörrenden Winde in Anspruch.

Ein anderer Factor, der hinsichtlich der Ausbildung der Vegetation teilweise in derselben Richtung wirken muss, ist das starke Sonnenlicht, welchem die Alvarvegetation infolge des Mangels an höheren Vegetationsschichten[1]) und der offenen, flachen Lage ausgesetzt ist. Besondere Umstände erhöhen übrigens den Einfluss dieses Factors. Nach Mitteilung von Dr. H. E. HAMBERG zeichnet sich Oeland während der Vegetationsperiode, im Vergleich zu Götaland, durch einen äußerst klaren Himmel aus; und die hellste Zeit während des Tages fällt auf Oeland (und die umgebenden Teile der Ostsee) um 2 Uhr n. M. ein, auf dem Festlande ist der Himmel um eben dieselbe Zeit dagegen am bewölktesten[2]).

1) Die Alvarvegetation ist im allgemeinen nur von niederen Feldschichten und Bodenschicht zusammengesetzt. Nur ausnahmsweise — auf fruchtbarerem Boden — treten höhere Sträucher auf.

2) Schon im Jahre 1852 sprach UNGER (I) auf Grund verschiedener Versuche die Ansicht aus, dass die Transpiration, unabhängig von äußeren Bedingungen, einer täglichen Periodicität unterworfen sei, deren Maximum zwischen 12 und 2 Uhr n. M. einfällt. Betreffs des Vorhandenseins dieser Periodicität sind die Ansichten nachher geteilt

Auch die starken, frei wehenden Winde tragen zum Erhöhen der Transpiration der Alvarpflanzen bei (vgl. Wiesner [I]).

Die Beschaffenheit der Unterlage — eine gewöhnlich dünne Humusschicht, die auf oft zu Tage tretendem, langsam verwitterndem Kalk ruht und nur in geringem Grade die Niederschlagsfeuchtigkeit zurückhält — wirkt teilweise in derselben Richtung wie die vorher erwähnten Factoren.

Auch andere Umstände als die mit der Erhöhung der Transpiration in Verbindung stehenden spielen eine wichtige Rolle hinsichtlich der Ausbildung der Alvarvegetation. So besonders der geringe Nahrungszugang, der hemmend auf die Entwickelung der Internodien und Blätter einwirkt.

Diese sämtlichen Factoren haben zusammenwirkend das Entstehen einer xerophilen Zwergvegetation im fraglichen Gebiete verursacht.

Wie im Folgenden näher auseinandergesetzt werden wird, verhalten sich die verschiedenen Arten sehr ungleich hinsichtlich der äußeren und inneren Veränderungen, die sie hierdurch erlitten haben. Einige Arten reagieren gegen die äußeren Verhältnisse vorzugsweise durch habituelle Modificationen (Reduction der Größe, Abänderungen der Form und Stellung der vegetativen Organe), verhalten sich aber in Bezug auf die relative Mächtigkeit der Gewebe und die Ausbildung der Gewebeelemente annähernd wie die unter normalen äußeren Bedingungen lebenden Formen ein und derselben Art; andere — und die meisten — zeigen außer den morphologischen auch anatomische Veränderungen, die sich in einer von den Normalformen derselben Art abweichenden Structur mit Bezug auf die relative Ausdehnung der Gewebe, die Form und den Bau der Gewebeelemente etc. äußern. Bei verschiedenen Arten können verschiedene Gewebe hierbei mehr oder minder kräftig reagieren. Der Umstand, dass keine constanten Formen im Alvargebiet ausgebildet worden, scheint teils von den nicht hinlänglich extremen klimatischen Factoren, teils von der Thatsache abzuhängen, dass die oeländische Flora, wie die skandinavische Flora überhaupt wegen ihres verhältnismäßig jungen Alters eine Mischflora ist, in welcher noch keine scharf ausgeprägten Vegetationstypen herausdifferenziert worden sind.

Im Sommer 1888 und 1891 wurde ich durch Unterstützung der K. Schwed. Akademie der Wissenschaften und der Universität zu Upsala in

---

gewesen. Im Jahre 1889 zeigte Eberdt (I), dass bei constanter relativer Luftfeuchtigkeit und bei äußerst wenig wechselnder Boden- und Lufttemperatur die Transpiration bei verschiedenen Tageszeiten ungleich stark ist. Obgleich der vielleicht veränderliche Luftdruck nicht berücksichtigt wurde, dürfte jedoch durch diese Versuche das Vorhandensein einer Periodicität in der Transpiration außer Frage gestellt worden sein. Die Versuchstabellen zeigen, dass das Maximum ungefähr um die von Unger angegebene Zeit einfällt. — In Bezug auf die oeländische Alvarvegetation wirken also um die genannte Tageszeit die intensive Beleuchtung und das Periodicitätsmaximum zusammen zur Verstärkung der Transpiration.

Stand gesetzt, Untersuchungen über die oberirdischen vegetativen Organe der Alvarphanerogamen anzustellen. Die Resultate dieser Untersuchungen werden im Folgenden mitgeteilt. Im »allgemeinen Teil« wird, außer einigen kurzen, allgemeinen Erörterungen über die Alvarflora, eine zusammenfassende Darstellung der verschiedenen Organsysteme und Gewebe der Alvarpflanzen von morphologischem und anatomischem Gesichtspunkte aus, sowie auch ein vergleichender Überblick über dieselben in ihrem Verhältnis zu den entsprechenden Teilen derjenigen Formen einer und derselben Art, die unter normalen äußeren Umständen vegetieren, d. h. einer mittelmäßigen Boden- und Luftfeuchtigkeit und Beleuchtung ausgesetzt und mit ordinärem Nahrungszugang versehen sind, mitgeteilt. Im »speciellen Teil« werden einige auf dem Alvar auftretende Formen in ihrem Verhältnis zu den entsprechenden Normalformen etwas näher besprochen. Das Vergleichungsmaterial ist teils an fruchtbareren oeländischen Standorten außerhalb des Alvars, teils in Småland und Uppland von mir eingesammelt; durch die bereitwillige Güte des Herrn Dr. Hj. Kiaerskou habe ich außerdem Normalformen einiger Arten aus Kopenhagen erhalten. Das Hauptgewicht ist auf die Untersuchungen der assimilierenden Blätter und der oberirdischen vegetativen und vegetativ floralen Achsen gelegt worden. Auch sind bei einigen Arten die rein floralen Achsen berücksichtigt, und zwar wenn sie (wie bei den *Plantago*-Arten, *Myosurus* und *Bellis perennis*) ihrer Stellung und Ausdehnung zufolge gegen die äußeren Verhältnisse mehr oder weniger ähnliche Ansprüche auf die Beschaffenheit der inneren Structur wie die vegetativen und vegetativ-floralen Achsen der Mehrzahl der übrigen Arten stellen. Der Bau der Rhizome und der unterirdischen Ausläufer wird nur im Vorbeigehen erwähnt. In Betreff der Nomenclatur bin ich, wenn die Autornamen ausgeschlossen sind, Hartman (I) gefolgt.

Allgemeiner Teil.

Die allgemeine Zusammensetzung der Alvarflora; die Blüteperioden der Florenelemente; ihre Stellung als entwicklungsgeschichtliche Elemente.

Von höheren Sträuchern gehört eigentlich nur *Juniperus communis* der Alvarflora zu. Auch *Prunus spinosa* nebst *Crataegus*- und *Rosa*-Arten sind jedoch bisweilen in das Alvargebiet eingewandert, wo sie ebenso wie *Juniperus* in mehr oder weniger zwergartigen Formen auftreten. *Thymus Serpyllum*, *Potentilla fruticosa* und *Helianthemum oelandicum* sind die einzigen Repräsentanten niederer Sträucher. Die Alvarflora besteht größtentheils aus Stauden und mehrjährigen Gräsern. Auch die einjährigen[1])

[1]) Zu diesen rechne ich auch die Arten, deren Vegetationsperiode im Herbst anfängt und im folgenden Sommer abgeschlossen wird.

Pflanzen spielen indessen eine bemerkenswert große Rolle bei der Zusammensetzung der Flora; ihre Anzahl beträgt wenigstens 36, oder ungefähr 25% der ganzen phanerogamen Alvarflora. In Bezug auf die einjährigen Arten zeigt also die Alvarflora eine Übereinstimmung mit Wüsten- und Steppengebieten und im allgemeinen mit xerophilen Vegetationsgebieten temperierter und wärmerer Gegenden (vgl. z. B. Volkens (II), Hildebrand (I), Kerner (I), Warming (IV).

Die Blütezeit fällt für einen großen Teil der mehrjährigen Arten schon im Mai ein; andere blühen später, manche sogar erst im August (oder September). Die Dauer der Blüteperiode kann bei verschiedenen Arten beträchtlich wechseln. Im allgemeinen überschreitet sie doch nicht ein paar Monate, weshalb die Flora des Frühsommers eine von der des Spätsommers sehr abweichende Zusammensetzung hat, wenngleich die Vegetation jedoch immer in physiognomischer Hinsicht ziemlich gleichwertig ist. Die Vegetation des Hochsommers habe ich nicht Gelegenheit gehabt zu untersuchen. Allem Anscheine nach ist indessen die Lebensthätigkeit der Alvarpflanzen während dieser Jahreszeit — ungefähr Anfangs Juli — mehr oder weniger herabgesetzt.

Einige der einjährigen Arten haben schon im Vorsommer ihre Vegetationsperiode abgeschlossen; ein großer Teil vegetiert dagegen in einer oder mehreren Generationen während vieler Monate.

Hinsichtlich ihrer floristisch entwicklungsgeschichtlichen Stellung gehören die mehrjährigen Alvarpflanzen verschiedenen Einwanderungskategorien an (vgl. Kjellman [I]); Glacial-, Subglacial- und Eichenelemente sind überwiegend. Nach Kjellman sind diese Gewächse durch 29 (28?) Glacial-, 29 Subglacial-, 27 Eichen-, 3 Buchen-, 10 Steppen- und 6 Culturpflanzen vertreten[1]).

Gleichwie die mehrjährigen Alvarpflanzen zeigen sich auch die einjährigen, als floristisch entwicklungsgeschichtliche Elemente betrachtet, wenig einheitlich. Nach Kjellman (I) sind 6 von diesen Glacial-, 10 Subglacial-, 15 (17?) Eichen-, 1 Buchen-, 1 Steppen- und 6 (7?) Culturpflanzen[1]). Im Vergleich mit den mehrjährigen zeichnen sich also die einjährigen Alvararten durch Zurücktreten besonders der Glacial- und Steppenelemente ebenso wie durch die relative Reichlichkeit der Culturelemente aus.

1) Die Zahlen sind nach Zusammenstellung der Phanerogamen des Alvars auf Grund teils eigener Beobachtungen, teils in der Litteratur vorkommender Angaben, speciell in Sjöstrand (I), erhalten.

Die wichtigsten morphologischen Eigentümlichkeiten der oberirdischen vegetativen Organe der Alvargewächse, mit Berücksichtigung der Reaction gegen die äußeren Verhältnisse.

Die mehrjährigen Alvarpflanzen repräsentieren in biologisch-morphologischer Hinsicht eine Menge von Typen mit verschiedenen Combinationen und Übergängen.

Sehr oft gehen die Sprosse von der Erdoberfläche oder gleich unter oder über derselben aus und sind durch eine dichte Stellung gegen zu starke Transpiration geschützt. Hierher gehören die rasenbildenden Gräser, z. B. *Festuca ovina* — eine der am meisten charakteristischen Arten des Alvars —, *Nardus stricta* etc., Stauden mit unterirdischen (*Campanula rotundifolia*, *Galium verum* etc.), oder oberirdischen (*Trifolium repens* etc.) horizontalen Ausläufern; ferner Stauden ohne Ausläufer, aber mit persistierender »mangehovedet« (Warming [III]) Hauptwurzel (*Lotus corniculatus*, *Anthyllis Vulneraria*, *Oxytropis campestris*, *Polygala vulgaris*, *Gypsophila fastigiata*, *Artemisia campestris* und *rupestris* nebst Anderen). Diese sämtlichen mit dichter Sprossbildung versehenen Arten zeichnen sich dadurch aus, dass die Blätter an oder gleich über der Erdoberfläche placiert sind. Wenn die Sprosse mehr oder minder aufrecht sind, sitzen die vorzugsweise assimilatorisch thätigen Blätter an ihrem unteren Teil und sind durch kurze Internodien getrennt. Sind sie — und dies ist gewöhnlich der Fall — liegend oder nur in den oberen, floralen Teilen hinaufgebogen-aufrecht, so nehmen die Assimilationsorgane eine größere Region der Sprosse ein und können durch verhältnismäßig lange Internodien von einander getrennt sein.

Die nicht rasenbildenden Arten, bei welchen also die Sprosse jedes Individuums weniger dicht oder in geringerer Anzahl auftreten, können unter mehreren Organisationstypen eingereiht werden. Häufig ist das Auftreten zum Boden gedrückter, m. o. w. breitblättriger Grundrosetten z. B. bei *Scabiosa Columbaria*, *Pimpinella Saxifraga*, *Arabis hirsuta*, *Plantago major* und mehreren anderen). Diese Rosetten übernehmen den größten Teil der Assimilationsarbeit. Die höher hinauf an aufrechten, vegetativ floralen Achsen befestigten Blätter sind gewöhnlich dünnsitzend und sehr reduciert, mehr oder weniger centrisch gebaut und vertical gestellt. Auch Arten mit dichterer Sprossbildung (»mangehovedet« Wurzel), z. B. *Silene nutans*, und Arten mit oberirdischen Ausläufern (*Fragaria vesca*, *Potentilla anserina* und *reptans*) können sehr kräftig ausgebildete Rosettenblätter besitzen. Diese Blätter, die in den meisten Fällen zu überwintern scheinen, sind durch ihre Lage gegen die verdörrenden Winde gut geschützt; auch gegen allzuscharfe Kälte, welcher besonders die überwinternden Blätter ausgesetzt sind, liefert die zum Boden herunter gedrückte Stellung einen wahrscheinlich sehr erforderlichen Schutz. Der

Kalk besitzt nämlich, wie bekannt, in hohem Grade die Fähigkeit, eine gleichmäßige Wärme beizubehalten, weil er stark wärmeleitend, aber nur schwach wärmeaustrahlend ist (vgl. namentlich Krašan I). Dass gewisse Blätter bei niederen Temperaturen die Spreite mittels des Stieles herunter biegen, hat Wille (I) gezeigt. Auch bei gewöhnlichen Temperaturverhältnissen scheinen indessen die Gewebe der Oberseite der basalen Rosettenblattteile mehr als die der Unterseite sich auszudehnen bestrebt zu sein, weshalb die Spreite mehr oder weniger hart an die Unterlage herunter gepresst wird. Wenn man einen solchen Rosettenspross von der Unterlage loslöst, biegen sich nämlich die Blätter oft sogleich mit der Spitze herunter und ihre Stellung wird von einer horizontalen allmählich zu einer mehr oder weniger verticalen verändert. Bei mehreren auf dem Alvar auftretenden Pflanzen habe ich dies Verhältnis sehr ausgeprägt gefunden, so z. B. bei *Plantago major*, *Scabiosa Columbaria*, *Erodium cicutarium*, *Anthyllis Vulneraria* etc. Bei erhöhter Feuchtigkeit nimmt die Biegungsenergie zu. — Bei *Sagina nodosa* bilden Rosettenblätter verschiedener Sprossgenerationen zusammen eine mehr oder minder horizontale Assimilationsoberfläche, die der schmal cylindrischen Form der Blätter ungeachtet, infolge ihrer dichten Placierung und großen Anzahl verhältnismäßig zusammenhängend und kräftig assimilierend wird. — Nur selten nehmen die Rosettenblätter eine mehr aufrechte Lage ein (bei *Pulsatilla pratensis*, *Spiraea Filipendula*, *Globularia vulgaris*, ferner in den von unterirdischen Ausläufern ausgehenden Rosetten von *Achillea Millefolium*). — Von der mehrjährigen Alvarvegetation haben nur wenige freistehende aufrechte Sprosse, die mit der assimilierenden Region in nennenswerterem Grade über die umgebende Pflanzendecke erhoben. Von diesen besitzen *Linaria vulgaris* und *Linosyris vulgaris* schmale Blätter, die durch ihre dichte Stellung einander gegen die von den Winden verursachten Wechsel der Luftfeuchtigkeit schützen, woneben die transpirierende Oberfläche reduciert ist. *Orchis Morio* hat ziemlich schmale aufgerichtete und dadurch einigermaßen geschützte Blätter; übrigens liefert die schleimige Consistenz der vegetativen Organe nebst der kurzen Vegetationsperiode dieser Art hinlängliche Garantien für ihre Erhaltung in der Alvarflora. Die auf dem Alvar auftretende Form von *Mentha arvensis* (f. *riparia*) bildet zusammen mit *Cynanchum Vincetoxicum* einen dritten, offenbar weniger als der erste angepassten Typus. Die Blätter sind auch hier an der aufrechten vegetativ floralen Hauptachse gleichmäßig verteilt, aber dünner sitzend und verhältnismäßig breit (betreffs dieser Arten siehe indessen weiter unten!) — Die meisten von den Arten, die weder eine dichtere, reichlichere Sprossbildung noch Grundrosetten besitzen, sind hingegen anstatt dessen niederliegend mit kurzen (*Veronica scutellata* und *serpyllifolia* nebst einigen anderen) oder sehr selten in die Länge mehr ausgezogenen *Convolvulus arvensis*) Internodien.

Nicht nur in Bezug auf die Anbringungsweise, sondern auch und in noch höherem Grade hinsichtlich der Form bieten die Blätter der mehrjährigen Alvarpflanzen eine Menge Verschiedenheiten, wie es scheint, ohne irgend welchen vorherrschenden Typus. Bei verschiedenen Arten tritt in ungleich hohem Grade eine Neigung zur Verminderung der Oberfläche gleichzeitig mit dem Beibehalten eines größtmöglichen Volums hervor. Diese Neigung ist bei *Sedum rupestre*, *acre* und *album*, die außerdem succulente, mit Wassergewebe versehene Blätter besitzen, am schärfsten durchgeführt. (Auch bei *Allium arenarium* und *Schoenoprasum* dürfte das innerhalb des chlorophyllführenden Mantels liegende dünnwandige ungefärbte Gewebe als Wasserreservoir dienen.) Speciell bei den meisten Papilionaceen tritt anderseits dieses Princip beträchtlich zurück. Die Blättchen sind hier freilich sowohl der Länge wie der Breite nach reduciert, die Dicke ist aber unverändert, auch wenn die Blättchen bei der Normalform sehr dünn sind. Diese Unvollkommenheit der Reaction gegen eine zu starke Transpiration wird indessen durch die Bewegungsfähigkeit der Blättchen compensiert. Wenn diese intensivem Lichte ausgesetzt werden, biegen sie sich, wie bekannt (vgl. Johow [I]), so, dass sie von den Lichtstrahlen mehr oder weniger schief getroffen werden. Dieses Schutzmittel ist besonders für einige Arten, wie *Trifolium repens*, von sehr großem Gewicht, da die Blätter hier äußerst dünn sind ohne xerophil angepassten inneren Bau.

Zu den übrigen auf dem Alvar vorkommenden mehrjährigen Arten, deren Blätter die Fähigkeit besitzen, durch Bewegungen gegen allzustarke Transpiration zu reagieren, gehören außer verschiedenen Gräsern z. B. *Hieracium Pilosella*, deren Blätter wie bekannt bei starkem Sonnenlicht teils die Kanten gegen einander hinaufbiegen, teils die ganze grauhaarige Unterseite nach oben wenden, und *Antennaria dioica*, die die Blatthälften gegen einander auffaltet, so dass die Oberseite einen annähernd geschlossenen Raum begrenzt.

Wurzelknollen treten bei *Spiraea Filipendula*, *Orchis Morio*, *Ranunculus illyricus* auf; Stammknollen bei *Ranunculus bulbosus*, *Saxifraga granulata*, *Poa bulbosa*, *Poa alpina* v. *nodosa*, *Phleum pratense* v. *nodosa*; Zwiebeln bei *Allium arenarium* und *Schoenoprasum*. Hackel (I) hält es für wahrscheinlich, dass die bei den Gräsern vorkommenden Knollen und Zwiebeln nicht Reservenahrungsorgane, sondern Wasserreservoire sind. Er hat unter anderen auch *Poa bulbosa* und *Phleum pratense* v. *nodosa* untersucht. — Auch die übrigen gleich oben erwähnten Arten sind durch diese Organisation wahrscheinlich gegen Mangel an Feuchtigkeit gut geschützt, auch wenn die fraglichen Organe in erster Hand als Reservenahrungsorgane dienen. Außerdem ist die Vegetationsperiode dieser Arten ziemlich kurz (sie fällt im Frühling oder im Vorsommer, für *Allium arenarium* jedoch erst im Spätsommer ein). Die Blütenperiode des *Ranun-*

culus illyricus ist zum Anfang des Monats Juni eingeschränkt. Diese Art wird demzufolge noch weniger als die übrigen Knollen- und Zwiebelgewächse von Klimaveränderungen abhängig. Ihr oberirdisches vegetatives System ist in Übereinstimmung hiermit nur teilweise — in Bezug auf die Behaarung des Stammes und der Blätter — einem trockenen Klima angepasst: sie ist nämlich sehr hoch gewachsen und die Blätter sind teilweise hoch oben an den vegetativ floralen Achsen befestigt, ohne in dem bei den Alvarpflanzen sonst gewöhnlichen Grade reduciert zu sein.

Bei zwei Gräsern (*Phleum pratense* und einem anderen, nicht bestimmbaren) beobachtete ich im Monat September zahlreiche, weit kriechende, oberirdische Ausläufer mit langen Internodien und aufgeschwollenen Blattscheiden, die wahrscheinlich einen Transpirations- und Kälteschutz den innerhalb derselben sitzenden überwinternden Knospen liefern. Solche Bildungen werden von Warming (IV) bei Pflanzen der dänischen Sandfelder beschrieben. Auf ähnliche Weise schützend sind wohl die an der Basis der Pflanze sitzen bleibenden trockenen Blattscheiden, die bei mehreren Gräsern (vgl. Hackel [II]), z. B. *Festuca ovina*, *Nardus stricta*, *Sesleria coerulea*, ferner unter den Stauden z. B. bei den xerophilen Formen der *Plantago lanceolata* und bei der auf dem Alvar auftretenden Form (*angustissima*) der *Plantago maritima* auftreten.

Von den wenigen auf dem Alvar auftretenden Sträuchern bildet *Thymus Serpyllum* einen charakteristischen Bestandteil der Vegetation. In Bezug auf ihre ausgeprägte Rasenform, ihre reichlich wurzelnden Ausläufer und ihre überwinternden Blätter ist diese Art gut geeignet, in dem Gebiete zu gedeihen. Auch *Helianthemum oelandicum* und *Potentilla fruticosa* sind wegen ihres dichtgedrängten Sprossbaues und der wenigstens bei dem erstgenannten überwinternden Blätter den obwallenden äußeren Verhältnissen angepasst. In den Gebieten des Alvars, wo sie auftreten, sind sie auch mehr oder minder reichlich. *Helianthemum vulgare* hat eine weniger typische Strauchform, da nämlich die perennierenden Sprossteile ziemlich kurz und theilweise unter der Erdoberfläche kriechend sind. Von dieser Art findet sich indessen auf dem Alvar nebst der Hauptform eine Varietät (*petraea*), bei welcher die Sprosse in ihrem größten Teil perennieren. Diese Varietät nähert sich habituell dem *H. oelandicum* auch hinsichtlich der dicht sitzenden, kurzen, vom Boden ganz unbedeckten Sprosse, bei denen sowohl die Internodien wie die Blätter beträchtlich reduciert sind. Auch von *Potentilla fruticosa* tritt auf dem Alvar nebst der Hauptform eine in noch höherem Grade als diese xerophil angepasste Varietät auf, die sehr schmallappige Blätter mit schärfer zurückgebogenen Rändern besitzt. *Juniperus communis* nimmt auf dem Alvar Zwergform an. Ein Teil der Individuen dieser Art hat sehr stark herabgebogene Zweige; bei den Blättern, die hier gleichwie bei der Hauptform ausgesperrt sind, wird hierdurch die morphologisch obere, spaltöffnungs-

führende Seite nach unten gekehrt, also vor den ausdörrenden Winden ein wenig geschützt. — *Thymus Serpyllum* und *Potentilla fruticosa*, wahrscheinlich auch *Juniperus communis* sind in arktischen Klimaten ausgebildet; *Helianthemum oelandicum* ist hauptsächlich in alpinen Gegenden verbreitet. *Thymus*, *Potentilla* und *Helianthemum* vertreten einen in arktischen und alpinen Gebieten, wie bekannt, sehr häufigen Typus. In großen Teilen dieser Gebiete stimmen ja auch die Vegetationsbedingungen in manchen Hinsichten, besonders in Bezug auf ihren für die xerophile Ausbildung der Pflanzen geeigneten Charakter, mit den im Alvargebiete obwaltenden äußeren Verhältnissen überein. *Helianthemum vulgare*, das dem genannten Typus kaum zugerechnet werden kann, gehört vorzugsweise niederen Gegenden an und wird in den arktischen Gebieten vermisst; in Skandinavien hat es seine Nordgrenze etwa bei 62° n. B. Dessen oben erwähnte Varietät *petraea*, die sich dagegen dem genannten Typus beträchtlich nähert, ist innerhalb Skandinaviens auf die ausgeprägt xerophilen Gebiete der Inseln Oeland und Gotland beschränkt.

Die einjährigen Alvarpflanzen zeigen selbstverständlich betreffs der Vegetationsweise weniger Verschiedenheiten als die mehrjährigen. Folgende Typen können indessen unterschieden werden.

Bei einigen einjährigen Arten ist die Assimilationsarbeit beinahe ausschließlich an eine Grundrosette breiterer, der Unterlage genäherter — *Androsace septentrionalis*, *Geranium rotundifolium* und *molle*, (*Erodium cicutarium*), *Draba verna*, *Capsella bursa pastoris*, *Hutchinsia petraea*, *Saxifraga tridactylites*, (*Gentiana campestris*) — oder schief aufgerichteter, schmal cylindrischer Blätter — *Myosurus minimus* — gebunden. *Plantago minor* gehört habituell demselben Typus wie *Myosurus* an, die Assimilationsarbeit ist aber hier größtenteils vom Ährenstiele übernommen (vgl. unten!), während die Blätter hydrophil gebaut und nur schwach assimilierend sind. Bei sämtlichen erwähnten einjährigen Arten sind die (vegetativ) floralen Hauptachsen mehr oder weniger aufrecht; *Plantago minor* hat jedoch eine Varietät *depressa* mit niederliegenden floralen Achsen. Die Rosetten sind wahrscheinlich bei den meisten Arten überwinternd. Bei *Androsace*, die nach Warming (III) überwintert, sitzen die Rosettenblätter sehr dicht und sind stark zurückgewölbt, so dass sie zusammen eine hohle Halbkugel mit einem inneren windstillen, also vor wechselnden Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen geschützten Raume bilden.

Bei anderen einjährigen Arten sind die Achsen niederliegend mit gleichmäßig verteilten assimilierenden Blättern, die nach oben an Größe nur wenig abnehmen. Die Assimilationsarbeit vollzieht sich also auch hier nahe am Boden, ist aber über eine größere Oberfläche verteilt. Hierher gehören *Bupleurum tenuissimum*, *Polygonum aviculare*, *Senebiera Coronopus*, *Medicago lupulina*, *Gnaphalium uliginosum*, *Veronica triphyllos*, (*Poa annua*),

Matricaria inodora. Von diesen wird *Bupleurum* auf dem Alvar beinahe rasenförmig, da nämlich die Internodien sowohl der Hauptachse als der zahlreichen Zweige der Länge nach sehr beträchtlich reducirt werden.

Die übrigen auf dem Alvar vegetierenden einjährigen Arten: *Viola tricolor* f. *arvensis*, *Blitum rubrum*, *Linum catharticum*, *Radiola millegrana*, *Arenaria serpyllifolia*, *Cerastium glutinosum*, *Calamintha Acinos*, *Euphrasia officinalis*, *Sinapis arvensis*, *Trifolium arvense* und *procumbens*, *Crepis tectorum* v. *pygmaea*, *Senecio vulgaris*, *Valerianella olitoria*, *Bromus mollis* v. *hordeacea*, *Apera spica venti*, *Holosteum umbellatum*, *Echinospermum Lappula* sind gegen die äußeren Verhältnisse weder durch das Verlegen der Assimilationsarbeit zu Grundrosetten noch durch das Anbringen der Assimilationsorgane an am Boden niederliegenden Achsen geschützt. Sie haben mehr oder weniger aufrechte Haupt- und Seitenachsen mit ziemlich gleichmäßig verteilten, nach den oberen, floralen Regionen an Größe wenig abnehmenden assimilierenden Blättern. Diese letzteren sind indessen durch ihre geringen Dimensionen und ihren mehr oder weniger centrischen Bau oder — bei *Trifolium arvense* und *procumbens* — durch ihr Bewegungsvermögen gegen ausdörrende Winde und andere schädliche Factoren geschützt, wozu kommt, dass die fraglichen Arten, gleichwie die vorher erwähnten, mit Grundrosetten versehenen aufrecht wachsenden, eine Höhe von nur einigen cm erreichen. Bei *Geranium rotundifolium* und *molle* sind sämtliche Blattspreiten der Grundrosette schief gestellt mit den Oberseiten zu allen Tageszeiten constant nordwärts gerichtet. Die an der südlichen Seite der Rosette sitzenden Blätter haben die Stiele am meisten, diejenigen der entgegengesetzten Seite am wenigsten aufgerichtet, mit allmählichen Übergängen in den zwischenliegenden Regionen. Sämtliche Spreiten der Rosettenblätter liegen also in einer gemeinsamen ebenen, nordwärts hinneigenden Fläche, die zu den Sonnenstrahlen stets eine sehr schiefe, annähernd eine parallele Stellung einnimmt. Diese zwei Arten dürfen also den Compasspflanzen zugerechnet werden.

Die morphologischen Charaktere der oberirdischen, vegetativen Organe der Alvarformen in ihrem Verhältnis zu denjenigen der entsprechenden Organe bei den Normalformen einer und derselben Art.

Bei Vergleichung zwischen einerseits den auf dem Alvar auftretenden Formen, anderseits den unter normalen Feuchtigkeits- und übrigens normalen äußeren Verhältnissen vegetierenden Formen einer und derselben Art zeigen sich bei sämtlichen oben genannten Typen einige gemeinsame Züge. Die Internodien der Alvarformen sind, sowohl an aufrechten, wie niederliegenden Achsen, der Länge nach reduciert. Demzufolge werden die Blätter der Alvarformen dichter angebracht und Arten mit reichlicher

Sprossbildung entwickeln sich auf dem Alvar mehr rasenartig. Auch an unterirdischen Ausläufern werden die Internodien reduciert — so bilden *Galium verum* und besonders *Campanula rotundifolia* auf dem Alvar äußerst dichte Rasen mit einem Durchmesser von 1 Meter oder mehr. Die Assimilationsthätigkeit geht bei den Alvarformen in einer näher am Boden gelegenen Region der Sprosssysteme als bei entsprechenden Normalformen vor. Dies geschieht bei einem großen Teil der Arten, deren Normalformen aufrechte oder annähernd aufrechte Achsen besitzen, dadurch, dass diese wenigstens in den rein vegetativen Teilen niederliegend werden (z. B. *Veronica serpyllifolia*). Bei den verhältnismäßig wenigen Arten, die auch auf dem Alvar vollkommen aufrechte, über die niedrige Vegetationsmatte erhobene Achsenorgane besitzen, wird die Assimilationsthätigkeit bei den Alvarformen an die Nähe des Bodens mehr concentriert, teils durch das Abnehmen der Individuen an Höhe und der Internodien an Zahl, teils dadurch, dass die höher sitzenden Blätter einer verhältnismäßig noch größeren Reduction der Oberfläche als die niederen unterworfen sind (z. B. bei *Scabiosa Columbaria*, *Pimpinella Saxifraga*). Bei den Alvarformen derjenigen Arten, deren Blätter an den aufrechten Achsen gleichmäßig verteilt und dicht placiert sind oder große Dimensionen besitzen, geht die Reduction sowohl der Internodien, also der Höhe des Individuums, als der Blätter selbst am weitesten. Dies ist der Fall z. B. bei *Centaurea jacea*, *Linaria vulgaris*, *Mentha arvensis*, *Cynanchum Vincetoxicum*. Bei den beiden letztgenannten besitzen die Blätter auch der Alvarformen, trotz ihrer Reduction, doch recht beträchtliche Dimensionen. Die veränderte Stellung der Blätter dürfte indessen hier noch ein Mittel, die Transpiration herabzusetzen, liefern: sie sind nämlich bei den Alvarformen mit der Spitze beinahe senkrecht hinab gerichtet, woneben die Seitenhälften gegen einander hinauf über dem Mittelnerv gebogen sind. Zufolge dieser Stellung werden sie von den intensivsten Licht- und Wärmestrahlen schief getroffen.

Die Blätter bezw. die Blattlappen nehmen bei den Alvarformen an Länge und insbesondere an Breite ab; die Dicke bleibt dagegen meistens unverändert oder übertrifft sogar diejenige der Blätter entsprechender Normalformen. Die Neigung zur centrischen Form ist somit bei den Alvarformen allgemein. Die höher hinauf an aufrechten Achsen befestigten Blätter sind bei den Alvarformen gewöhnlich mehr vertical gestellt und zur Achse mehr oder minder gedrückt; betreffs der näher am Boden sitzenden Blätter können verschiedene Arten sich hierbei ungleich verhalten. — Gleichwie die Spreiten werden auch, und dies in beträchtlich höherem Grade, die Blattstiele bei den Alvarformen in der Länge und gewöhnlich auch in anderen, besonders in medianer Richtung reduciert. — Auch die Blattscheiden der Alvarformen sind einer Reduction unterworfen.

In Bezug auf die Größenverhältnisse etc. der vegetativen Organe der

Alvarformen im Vergleich mit den entsprechenden Normalformen siehe übrigens den speciellen Teil.

Die Wahrscheinlichkeit eines engen Zusammenhanges der für die Alvarpflanzen — sowohl die ein- als die mehrjährigen — charakteristischen Anbringung der Assimilationsorgane in der Nähe des Bodens mit dem Bedürfnis einer Reaction gegen allzustarke Transpiration dürfte aus folgendem Umstande hervorgehen. Beim Vergleichen der Vegetation auf dem Alvar Borgholms und demjenigen Resmos fand ich, dass verschiedene Arten (z. B. *Galium verum*, *Sagina nodosa*), auch hinsichtlich der floralen Teile, bei Resmo am Boden beträchtlich mehr niedergedrückt als bei Borgholm waren (vgl. Grevillius [I]). Das Alvar Borgholms zeichnete sich durch ein verhältnismäßig (einige Centimeter) tiefes Humuslager aus, während dies bei Resmo dünner war oder oft sogar vollständig mangelte. Die Pflanzendecke war bei Resmo, weil dünner, für den Wind, ebenso wie für die Licht- und Wärmestrahlen vielleicht ein wenig freier als bei Borgholm exponiert, jedoch nicht in dem Grade, dass dies die erwähnten Verschiedenheiten des Wuchses hätte verursachen können. Der von der ungleichen Mächtigkeit der Humusschicht bedingte Unterschied des Feuchtigkeitsgrades nahe am Boden spielt dagegen hierbei wahrscheinlich die Hauptrolle. Zufolge der im Zusammenhang mit der ungleichen Mächtigkeit der Humusschicht stehenden Verschiedenheiten der Wärmeleitung und der Wärmestrahlung ebenso wie der Verdunstung sind indessen auch die Temperaturverhältnisse an den beiden Standorten sowohl gleich über als unter der Erdoberfläche wahrscheinlich etwas ungleichartig, was vielleicht auch auf den Wuchs ein wenig einwirkt.

Die Behaarung der Alvarpflanzen.

Einige Alvarpflanzen besitzen in ihrer Haarbekleidung ein wirksames Mittel, die Transpiration herabzusetzen. Dieser Charakter verleiht indessen kaum der ganzen Vegetation ein durchgehendes Gepräge, weil die vegetativen Organe verschiedener Arten beinahe oder auch ganz glatt sind; diese Arten besitzen im allgemeinen, wie gleich unten gezeigt werden wird, andere mehr oder weniger scharf ausgeprägte Schutzmittel gegen die Transpiration. In Analogie mit der großen Abwechselung in allgemein habitueller Hinsicht, die die Elemente der Alvarflora zeigen, herrschen auch in Betreff der Beschaffenheit der Behaarung beträchtliche Verschiedenheiten. Die Haare sind in manchen Fällen einfach und conisch. Bisweilen bilden sie eine dichte, filzige Bekleidung (besonders an den Unterseiten der Blätter, z. B. bei *Potentilla argentea*). Drüsenhaare sind recht gewöhnlich. Mit zwei horizontalen, an einem kurzen Fuße befestigten Armen versehene Haare kommen bei *Artemisia rupestris* vor; Sternhaare finden sich bei den *Cruciferen* und besonders auf der Unterseite der Blätter bei *Hieracium pilosella* u. s. w. Nur bei wenigen Arten (z. B. *Ranunculus illyricus*) tritt die Haarbekleidung in hinlänglich

reichlicher Masse auf, um denselben ein mehr charakteristisches Gepräge zu verleihen. An aufrechten Achsenorganen nimmt die Reichlichkeit der Behaarung, insbesondere die der Drüsenhaare, nach den oberen, für die ausdörrenden Winde mehr ausgesetzten Teilen oft zu.

In gewissen Fällen besitzt die Behaarung wahrscheinlich eine wasserfesthaltende und wasserleitende Hauptfunction; so bei *Trifolium repens* (vgl. LUNDSTRÖM [I]). Von den übrigen mit den gleichen Anordnungen versehenen Pflanzen dürfte besonders *Cynanchum Vincetoxicum* erwähnenswert sein (vgl. den spec. Teil).

Betreffs der Beschaffenheit der Behaarung der verschiedenen Arten siehe übrigens den spec. Teil.

Die epidermoidalen Schutzmittel gegen die Transpiration bei den mehrjährigen Arten.

Die meisten von den mehrjährigen Alvarpflanzen besitzen eine Haarbekleidung entweder an Blatt- oder an Achsenorganen oder an beiderlei. Kaum 25% sind beinahe oder ganz glatt; bei diesen wird die Behaarung gewöhnlich durch andere, von Epidermisbildungen gelieferte Schutzmittel gegen die Transpiration ersetzt.

So tritt bei einigen Arten ein Wachsüberzug an den oberirdischen, vegetativen Organen auf. Dies ist der Fall bei *Sesleria coerulea* (insbesondere an der Oberseite der Blätter), *Festuca rubra* **oelandica* Hackel Monogr. Fest. Eur. (an den Blättern und am Halme), *Poa alpina* v. *nodosa* (an den Blättern) und einigen anderen Gräsern, *Carex glauca*, *Silene inflata* v. *petraea* (am Stengel und an den Blättern), *Viscaria alpina* v. *petraea* (am Stengel und an den Blättern). Die mangelnde Haarbekleidung wird oft, und zwar besonders an den Blättern, durch die Verdickung der Außenwände der Epidermiszellen ersetzt. *Festuca* **oelandica* besitzt an der Unterseite der eingerollten Grundblätter außer dem erwähnten Wachsüberzuge sehr (etwa 15 μ) dicke, stark cutinisierte Außenwände der Epidermiszellen. Bei *Artemisia campestris*, deren Blätter gewöhnlich beinahe glatt, sind die Epidermisaußenwände an den Lappen der Grundblätter bis zu 14 μ dick, an den floralen Stützblättern noch ein wenig dicker. *Artemisia rupestris* hat glatte oder dünnhaarige Blätter; die Epidermisaußenwände der Grundblätter sind ungefähr 6 μ dick (mit dünner Cuticula), die der floralen Stützblätter sind an der freien exponierten Unterseite 14 μ mit dicker Cuticula und Cuticularschichten, an der Oberseite etwas dünner. An der Blütenstandsachse von *Allium Schoenoprasum* sind die Außenwände etwas dicker als 11 μ. *Asperula tinctoria* kann bis zu 11 μ dicke Außenwände mit sehr kräftiger (3—6 μ dicker) Cuticula im Stamm besitzen. (Betreffs der Blätter dieser Art siehe unten!) *Thymus Serpyllum* hat an der Oberseite der beinahe glatten Blätter 8—11 μ dicke Außenwände. Bei *Polygala vulgaris* sind die Außenwände

des Stammes 8—9 μ dick mit kräftiger Cuticula, die der Oberseite der Blätter sind etwa gleich dick, die der Unterseite ein wenig dünner. Im Stamme von *Sagina nodosa* sind die Außenwände ungefähr 7 μ dick mit ziemlich dünner Cuticula, in den Blättern dicker (beinahe 9 μ). Bei *Galium verum*, dessen Blätter an der Oberseite sehr spärlich behaart sind, werden die Außenwände an dieser Seite ungefähr 7 μ dick. Wahrscheinlich zeichnen sich auch mehrere andere von den mehrjährigen Alvarpflanzen durch eine als Ersatz der Haarbekleidung auftretende Verdickung der Außenwände der Epidermiszellen aus.

Der Wachsüberzug und die Behaarung stehen in von mir untersuchten Fällen in einer bestimmten Correlation, indem sie sich ersetzen und ausschließen. Auf diese Weise verhält es sich dagegen nicht immer mit der Verdickung der Epidermisaußenwände einerseits, der Behaarung andererseits. Z. B. bei *Achillea millefolium* sind die Blätter sowohl durch dicke (8—11 μ) mit kräftiger Cuticula versehene Epidermisaußenwände als auch durch eine dichte Haarbekleidung geschützt. In anderen Fällen dagegen — wahrscheinlich in den meisten — herrscht auch in dieser Hinsicht eine mehr oder weniger vollständige Correlation. Von Arten mit Haarbekleidung und dünnen Epidermiswänden mögen beispielsweise *Pimpinella Saxifraga* (Blätter), *Ranunculus bulbosus* (Blätter), *Silene nutans* (Stamm und Blätter), *Bellis perennis* (Stamm und Blätter) u. s. w. genannt werden.

Gleichwie die Behaarung, so nimmt auch die Verdickung der Epidermisaußenwände an aufrechten Achsenorganen manchmal nach oben zu. Auch die Blätter besitzen nicht selten dickere Außenwände, je höher am Stamme sie befestigt sind. An aufrechten, der Achse mehr oder weniger angedrückten, hoch oben sitzenden Blättern sind die Epidermisaußenwände der Unterseite bisweilen gleich dick oder sogar dicker als die der weniger frei exponierten Oberseite.

Helianthemum oelandicum hat beinahe glatte Blätter und nur wenig dicke Epidermisaußenwände (ungefähr 5,5 μ an der Oberseite, noch etwas weniger an der Unterseite). Als Ersatz sind, nach mündlicher Mitteilung des Herrn Dr. J. Erikson, die Seiten- und Innenwände der oberen Epidermiszellen verschleimt.

Schutzmittel, die bei den mehrjährigen Arten die epidermoidalen ersetzen.

Wenn keines der oben erwähnten Schutzmittel gegen die Transpiration vorkommt, sind die fraglichen Organe doch zufolge innerer Structurverhältnisse oder durch Form, Stellung oder Anbringungsweise gegen zu starke Transpiration geschützt.

Spiraea Filipendula hat an der Blütenstandsachse ziemlich dünne — 5—6 μ dicke Außenwände (jedoch mit kräftiger Cuticula); die subepidermale Zellenlage liefert hier durch ihre collenchymatische Verdickung wahrscheinlich einen wirksamen Transpirationsschutz.

Dicht stehende schmale und langgestreckte Palissaden, bezw. eine höhere Anzahl von Palissadenlagen trägt möglicherweise zur Herabsetzung der Transpiration bei (vgl. Areschoug [I]). Die kräftige Ausbildung des Palissadengewebes insbesondere der Blätter ist für einen großen Teil der Alvarpflanzen charakteristisch. Speciell bei den Arten, deren Blätter an der Oberseite glatt sind, scheint dasselbe sehr typisch und mehrschichtig zu sein und dürfte, wenn die Außenwände der Epidermis in keinem beträchtlichen Grade verdickt sind, den hauptsächlichen Schutz gegen die Transpiration liefern. So besitzt z. B. *Potentilla argentea* an der Oberseite der Grundblätter 3—4 Lagen von schmalen Palissadenzellen, die so dicht stehen, dass sie von der Oberfläche gesehen einen polygonalen Umriss erhalten. Die Epidermis der Oberseite ist glatt und mit sehr dünnen — kaum mehr als 1 μ dicken — Außenwänden versehen. *Asperula tinctoria* hat 2 bis 3 Lagen dichtstehender Palissaden an der Oberseite der Blätter; diese sind glatt, die Außenwände der Epidermis dünn. *Helianthemum oelandicum* besitzt an der Oberseite der Blätter gewöhnlich 3 Lagen schmaler und dichtstehender Palissaden; außerdem sind hier auch 2 bis 3 Lagen der Unterseite, obschon nicht so scharf, palissadenförmig entwickelt.

Bei *Seda* findet sich in der Mittelpartie des Blattes ein Wassergewebe, das offenbar den Transpirationsschutz ersetzt, den die glatte dünnwandige Epidermis zu bewirken nicht im Stande ist.

Wie oben erwähnt, sind die Blätter der Alvarpflanzen oft durch ihre Stellung gegen allzu starke Insolation und infolge dessen gegen zu starke Transpiration geschützt. So nehmen die höher sitzenden und infolge dessen mehr exponierten Blätter gewöhnlich eine mehr oder weniger senkrechte Lage ein (woneben ihre Oberfläche oft beträchtlich reduciert ist und ihre Form sich mehr oder minder der cylindrischen nähert). Die Unterseiten werden durch diese Lage in höherem Grade als die Oberseiten exponiert, was u. a. oft eine Verdickung und kräftigere Cutinisierung der Epidermisaußenwände der Unterseite zur Folge hat. Bei einigen Arten sind, wie oben genannt, die Blatthälften über den Mittelnerv hinauf gebogen, weshalb die Blätter von den Lichtstrahlen schief getroffen und also mittelbar gegen zu starke Transpiration geschützt werden. Dies ist der Fall außer bei einigen Gräsern besonders bei *Mentha arvensis* f. *riparia*, *Cynanchum Vincetoxicum*, *Campanula rotundifolia* und *persicaefolia*, *Antennaria dioica* (Grundblätter), *Silene nutans*. Bei den fünf letztgenannten ist die Epidermis der Oberseite beinahe oder ganz glatt — bei *Antennaria* jedoch bisweilen ziemlich reich behaart — und besitzt sehr dünne, gegen die Transpiration nur wenig schützende (kaum 3 μ dicke) Außenwände. Die Lichtlage der Blätter ersetzt hier, vielleicht unterstützt von den dichtgestellten Palissaden, die epidermoidalen Transpirationsschutzmittel. Bei den mit eingerollten Blättern versehenen Gräsern wird dies viel schärfer

ausgeprägt, weil hier die Ober- und die Unterseite der Blätter, wie bekannt, einem Functionswechsel u. a. in derjenigen Hinsicht unterworfen worden sind, dass die untere Epidermis durch die Verdickung der Außenwände die gegen die Transpiration schützende Rolle der oberen Epidermis übernommen hat.

Bei *Trifolium repens* (und *T. arvense* und *procumbens*; siehe unten!) besteht der Transpirationsschutz, wie es scheint, hauptsächlich in der im Zusammenhange u. a. mit der wechselnden Lichtstärke und dem Feuchtigkeitsgrade stehenden Fähigkeit der Blättchen, ihre gegenseitige Stellung zu verändern. Die Blättchen sind nämlich sehr dünn, das Palissadengewebe ist nur wenig scharf ausgeprägt und die Außenwände der Epidermiszellen sind an beiden Seiten äußerst dünn. Haare finden sich eigentlich nur in der Nähe der Blattkanten, wo sie Regen und Tau aufsammeln (vgl. LUNDSTRÖM [I]) und dadurch zum Herabsetzen der Transpiration einigermaßen beitragen.

Die Behaarung und die diese substituierende Schutzanordnungen bei den einjährigen Arten.

Bei den einjährigen Alvarpflanzen sind die oberirdischen vegetativen Organe öfter glatt als bei den mehrjährigen; wenigstens 35 % von jenen entbehren beinahe oder ganz und gar die Haarbekleidung. Gleichwie bei den mehrjährigen ist die Behaarung von sehr verschiedener Natur auch bei den verschiedenen einjährigen Arten.

Unter den einjährigen, von mir untersuchten Arten zeichnet sich nur *Plantago minor* durch ungewöhnlich dicke (obgleich mit ziemlich schwacher Cuticula versehene) Außenwände der Epidermiszellen aus. Dies gilt indessen nur in Betreff der Ährenstiele, die sich übrigens auch hinsichtlich ihrer inneren Structur ausgeprägt xerophil zeigen (s. unten). Die Blätter dieser Art sind dagegen entschieden hydrophil gebaut, und zwar sowohl mit Hinsicht der äußerst dünnen Epidermisaußenwände, als der inneren Gewebe, obschon diese Art an Standorten, die zeitweise einer starken Dürre ausgesetzt sind, auftritt. Die sämtlichen übrigen von mir untersuchten einjährigen Arten haben dünne (im allgemeinen 3—4 μ dicke) Epidermisaußenwände und mehr oder weniger schwache Cuticula sowohl an den Achsen wie an den Blättern. Einige Arten, bei welchen die Behaarung fehlt, besitzen anstatt dieser andere Einrichtungen zum Compensieren des Transpirationsschutzes. So besitzt *Bupleurum tenuissimum* ein typisch entwickeltes Wassergewebe, das sich wie ein zusammenhängendes Band durch die Mitte des Blattes, parallel mit den Blattflächen sich erstreckt (nicht, wie von KLAUSCH (I) angegeben wird, in Form »einer Scheide rings um die Mestombündel«). Bei *Trifolium arvense*, *T. procumbens* und *Medicago lupulina* trägt außer der Behaarung auch die Bewegungsfähigkeit der Blättchen zum Schutze gegen zu starke Transpiration bei; die Außenwände

der Epidermiszellen sind hier äußerst dünn. Bei *T. procumbens* sind die Außenwände der Oberseite noch etwas dünner als die der Unterseite, was in Übereinstimmung mit der Thatsache steht, dass diese bei größerer Trockenheit eine mehr exponierte Lage als jene einnimmt. Bei *T. arvense* sind die Blätter auf beiden Seiten, bei *Medicago lupulina* an der Unterseite behaart. *Geranium molle* und *rotundifolium* haben, wie oben erwähnt, eine fixe Lichtlage der Blätter, die zu allen Tageszeiten nahezu parallel den Lichtstrahlen ist und somit gegen zu starke Transpiration mittelbar schützt. Die übrigen untersuchten Arten ohne Haarbekleidung — *Gentiana campestris, Linum catharticum, Myosurus minimus, Polygonum aviculare, Calamintha Acinos* (Blätter) — besitzen gegen die Transpiration kein anderes Schutzmittel als die geringe Flächenausdehnung und in gewissen Fällen die mehr oder weniger aufrechte Lage der Blätter; vollkommen cylindrische Blätter besitzen nur *Plantago minor* und *Myosurus minimus.*

Die übrigen durch innere Structurverhältnisse bedingten Schutzmittel gegen die Transpiration scheinen bei den einjährigen Arten im allgemeinen schwach ausgebildet zu sein. In den Blättern bei *Euphrasia officinalis* und im Stamme bei (den Alvarformen von) *Polygonum aviculare* ist doch das Palissadengewebe mächtig ausgebildet mit dicht gestellten Zellen.

Die Schutzanordnungen der Alvarformen gegen die Transpiration in ihrem Verhältnisse zu denjenigen der Normalformen einer und derselben Art.

1. Die mehrjährigen Arten. Bei einigen, wie *Achillea Millefolium, Plantago lanceolata* u. a., sind die Alvarformen viel kräftiger und dichter behaart als die Normalformen; die diesbezüglichen Unterschiede bedingen sogar unter einander sehr unähnliche Standortsformen, die jedoch ohne Grenze in einander übergehen. Bei den meisten Arten sind dagegen diese Unterschiede weniger scharf hervortretend, wenngleich die Behaarung der Alvarformen gewöhnlich etwas reichlicher als die der entsprechenden Normalformen ist. Bisweilen haben die Haare dickere Wände bei der Alvarform (z. B. die Stiele der Drüsenhaare der vegetativ floralen Achsen bei *Saxifraga granulata*). An den Blütenstielen der Alvarform bei *Viola canina* sind einige Epidermiszellen zu kleinstacheligen Haaren ausgebildet, bei den Normalformen sind die entsprechenden Epidermiszellen gewöhnlich nur in Form niedriger Papillen ausgebuchtet. Bei *Ranunculus bulbosus* sind die Haare des Stammes und der Blätter ringsum von keulenförmig gewölbten Fußzellen umgeben. Diese Zellen sind an den Blättern der Alvarform beträchtlich mehr als bei der Normalform über die übrige Epidermisoberfläche erhoben. Ob dies im Zusammenhange mit einem ungleichen Bedürfnis an Schutz gegen Transpiration steht, dürfte indessen zweifelhaft sein. — Von einigen Arten treten auf dem Alvar glatte Formen

wenigstens gleich häufig wie behaarte auf (z. B. *Veronica scutellata*, *Arabis hirsuta*, *Silene nutans*).

Ein fast durchgehender Charakter der mehrjährigen Alvarformen besteht in der Dickenzunahme der Epidermisaußenwände im Vergleich zu den entsprechenden Normalformen. Bei den verschiedenen Arten sind die diesbezüglichen Unterschiede natürlich mehr oder minder groß. Nur selten sind die Außenwände dicker bei den Normalformen, und es sind zwar gewöhnlich die Achsenorgane, die hierbei von der Regel abweichen. In gewissen Fällen hängt dies wahrscheinlich mit einem beträchtlichen Unterschiede der Dimensionen sämtlicher vegetativen Organe bei den verschiedenen Standortsformen der fraglichen Art zusammen, oder es ist, wie beim Stamme von *Veronica serpyllifolia*, von den Verhältnissen abhängig, dass die Blätter der Alvarform durch ihre dichte Stellung dem Stamme einen bei der Normalform mangelnden Transpirationsschutz liefern, der den sonst von der Epidermis hergestellten Schutz aufwägt.

Die Cuticula sowohl der Achsenorgane wie der Blätter ist bei den Alvarformen gewöhnlich etwas kräftiger als bei den Normalformen entwickelt. Die deutlicher hervortretende Streifung der Cuticula bei jenen ist eine sehr häufige Erscheinung.

2. Die einjährigen Arten. Auch bei diesen herrschen hinsichtlich der Behaarung entsprechende Unterschiede wie bei den mehrjährigen, obschon meistenteils in weniger ausgeprägtem Grade. Ein wahrscheinlich mehr oder minder einzeln stehendes Beispiel größerer Unterschiede liefern einerseits die nur wenig behaarte Normalform von *Crepis tectorum*, andererseits ihre auf dem Alvar auftretende viel dichter behaarte Varietät *pygmaea*.

Auch in Betreff der Außenwände der Epidermiszellen sind die Unterschiede im allgemeinen unerheblich. Eine Ausnahme bildet u. a. *Polygonum aviculare*, bei welchem die Epidermisaußenwände des Stammes der Normalformen beträchtlich dünner als die der Alvarform sind (vergl. Grevillius [II]).

Bei den Blättchen der Alvarform von *Trifolium procumbens* findet sich eine Einrichtung, die dazu beiträgt, das Regenwasser von den Blättern nach dem Stamme und den Wurzeln hinabzuleiten und somit einem allzu großen Transpirationsverluste entgegenzuwirken. Die Blättchen sind über den Seitennerven äußerst dünn, und die Blättchenflächen sind über und unter denselben sowie über dem Hauptnerven rinnenförmig vertieft. Die Außenwände der Epidermiszellen sind in diesen Rinnen äußerst dünn — kaum 1 μ dick — mit unmerklicher Cuticula, also wahrscheinlich leichter benetzbar als über dem Mesophyll; die Epidermiszellen der Rinnen sind sehr kleinlumig. Diese Anordnung findet sich nicht oder doch nur in beinahe unmerklichem Grade bei der Normalform, die im Gegenteile ziemlich gleichmäßig dicke Blätter mit in gleich hohem Grade benetzbaren Epidermiszellen besitzt.

Form und Gröfse der Epidermiszellen der Alvarformen im Vergleich zu den entsprechenden Normalformen.

Die Form der Epidermiszellen ist bei den verschiedenen, auf dem Alvar auftretenden Arten so mannigfaltig, dass irgend welche bestimmte Typen in dieser Hinsicht kaum unterschieden werden können. Beim Vergleich der Alvarformen mit den entsprechenden Normalformen treten indessen einige recht charakteristische, einer und derselben Kategorie gemeinsame Züge hervor.

So sind die Seitenwände bei den Blättern der Alvarformen weniger unduliert als bei denjenigen der Normalformen. Die diesbezüglichen Unterschiede treten im allgemeinen an der dem Sonnenlichte und der Dürre am meisten ausgesetzten Seite des Blattes auf. Die Unterseite hat gewöhnlich bei beiderlei Formen wellige Seitenwände, und zwar ist die Welligkeit schärfer bei der Normalform. Bei mehr oder weniger senkrecht stehenden Blättern, also besonders bei den floralen Stützblättern aufrechter Achsen, wo die Unterseite freier exponiert als die nach der Achse hinliegende Oberseite ist, hat jene bei der Alvarform oft sogar vollkommen gerade Wände, während sie bei der Normalform mehr oder minder unduliert sind. Auch die Welligkeit der Oberseite tritt meistenteils bei der Normalform schärfer als bei der entsprechenden Alvarform hervor; diese hat sogar oft gerade Wände. Bei einigen Arten, besonders bei den untersuchten Papilionaceen (*Lotus corniculatus*, *Trifolium repens*, *procumbens* und *arvense*) verhalten sich die Alvar- und die Normalformen hinsichtlich der Stärke der Welligkeit an entsprechenden Stellen ungefähr gleich. Die Abhängigkeit der Welligkeit von der Exposition zeigt sich bei mehreren Alvarformen mit aufrechten Achsen auch beim Vergleich der Blätter höherer und niedrigerer Regionen insofern, dass die Welligkeit mit der Höhe der Blätter über dem Boden abnimmt; auf dieselbe Weise, wenn auch nicht so ausgeprägt, verhalten sich die Normalformen. Als Beispiele mögen *Scabiosa Columbaria* und *Pimpinella Saxifraga* dienen.

An den Achsenorganen sind die Seitenwände der Epidermiszellen in den meisten Fällen gerade. Nur die Gräser scheinen hierbei Ausnahme zu machen.

Das oben Gesagte gilt insbesondere von den mehrjährigen Arten. Bei den untersuchten einjährigen Arten treten die Verschiedenheiten zwischen den bezüglichen Formen weniger deutlich hervor. Bei einigen von diesen, z. B. *Euphrasia officinalis* und, wie oben erwähnt, *Trifolium arvense* und *procumbens*, finden sich keine Unterschiede in Betreff der Welligkeit, die hier an beiden Blattseiten scharf ausgeprägt ist.

Die Epidermiszellen besitzen bei einem großen Teile der Alvarformen sowohl der mehrjährigen wie der einjährigen Arten kleinere Lumina als bei den entsprechenden Normalformen, was offenbar von der kräftigeren

Längen-, bezw. Flächenzunahme der vegetativen Organe der letzteren herrührt. In Übereinstimmung hiermit sind die Epidermiszellen an den Achsen der Normalformen gewöhnlich in der Längenrichtung der Organe beträchtlich gestreckt, während sie bei den Alvarformen sich mehr einer isodiametrischen Form nähern. Bei sowohl den Alvar- als den Normalformen von *Polygonum aviculare* sind sie in keiner besonderen Richtung gestreckt. In den Blättern herrschen in dieser Hinsicht keine bestimmten Unterschiede zwischen einerseits den Alvarformen, andererseits den Normalformen: die Epidermiszellen können bei beiderlei Formen, auch wenn die Blätter der Alvarform beträchtlich schmal und langgestreckt sind, isodiametrisch sein.

Die Peridermbildung der Alvarpflanzen.

Bei *Potentilla fruticosa* wird schon in den jüngsten Jahrestrieben Kork innerhalb des aus Bast und Sclerenchym bestehenden, im inneren Teile der primären Rinde gelegenen mechanischen Mantels angelegt. Auch bei *Helianthemum oelandicum* tritt Kork im inneren Teile der Rinde der jüngsten Triebe auf. In den an der Erdoberfläche sowie unter derselben gelegenen Stammteilen kommt bei *Globularia vulgaris, Plantago minor* und *Artemisia rupestris* mächtiger, mehrschichtiger Kork vor. Borke findet sich in den Rhizomen von *Plantago maritima* (vgl. Kuhlmann [I]) und *Artemisia campestris*. Die Ausbildung des Periderms bei den übrigen Alvarpflanzen habe ich nicht näher untersucht.

Das Auftreten der Spaltöffnungen, ihre Orientierung und ihre Lage zur Epidermisoberfläche bei den auf dem Alvar auftretenden Arten.

Die mehrjährigen Alvarpflanzen zeigen in Betreff der Spaltöffnungen keine principiellen Unterschiede im Vergleich mit den einjährigen.

Nur bei einer Minderzahl der untersuchten Arten sind die Spaltöffnungen zur Unterseite der Blätter eingeschränkt; so verhält es sich bei *Potentilla argentea* und *fruticosa*, *Galium verum*, *Inula britannica* und *Cynanchum Vincetoxicum*. Nur an der Oberseite treten sie bei einigen Gräsern, z. B. *Festuca rubra* oelandica*, auf. Bei allen übrigen finden sie sich auf beiden Seiten. An den unteren, und zwar besonders an den dem Boden angedrückten Blättern sind sie gewöhnlich an der Unterseite überwiegend, an höher befestigten und mehr senkrecht stehenden Blättern sind sie an beiden Seiten mehr gleichmäßig verteilt. Bei *Saxifraga granulata* und *tridactylites* treten an beiden Seiten der unteren Blätter geschlossene Gruppen spaltöffnungsführender Zellen (vgl. Engler [1]) auf; in diesen Gruppen besitzen die Epidermiszellen dünne, wellige Seitenwände. Die zwischenliegenden Teile der Epidermis entbehren der Spaltöffnungen und haben größere, mehr dickwandige Zellen mit geraderen Seitenwänden. In

den höher sitzenden Blättern sind die Spaltöffnungsgruppen weniger deutlich begrenzt und die zwischenliegenden Teile der Epidermis mit mehr oder weniger welligen Seitenwänden versehen. *Pimpinella saxifraga* verhält sich auf dieselbe Weise; geschlossene Spaltöffnungsgruppen finden sich jedoch hier nur auf der Oberseite, und nur bei den Normalformen. — Auch die Blattstiele der Alvarpflanzen führen gewöhnlich Spaltöffnungen.

An den Achsenorganen kommen in den meisten Fällen Spaltöffnungen vor. Nur bei *Euphrasia officinalis* scheinen sie auf die Blätter beschränkt zu sein.

Insbesondere bei Arten mit schmalen Blattspreiten bezw. Blattlappen sind die Spalten gewöhnlich mehr oder minder parallel der Längsrichtung derselben orientiert. Nur selten, wie an den schmalen Blättern von *Campanula rotundifolia* und bei den Blättern der Normalform von *Asperula tinctoria*, sind die Spaltöffnungen trotz der langgestreckten Form der Organe in keiner besonderen Richtung orientiert. Die schmalen Blätter bei *Bupleurum tenuissimum* sind in Bezug auf die Orientierung der Spaltöffnungen recht bemerkenswert: an der Unterseite sind sie in keiner überwiegenden Richtung orientiert; an der Oberseite sind sie dagegen abwechselnd longitudinal und transversal gestreckt, beinahe ohne Übergänge zwischen diesen beiden Richtungen. *Bupleurum* bildet in dieser Hinsicht ein verbindendes Glied zwischen dem bei langgestreckten Organen gewöhnlichsten gleich oben erwähnten Typus und einem bei zwei anderen Halophyten, *Suaeda maritima* und *Salicornia herbacea* vorkommenden Typus, der dadurch gekennzeichnet wird, dass sämtliche Spaltöffnungen — bei jener an den Blättern, bei dieser am Stamme — transversal gestellt sind (vgl. z. B. Hultberg [I], Warming [V]). Es wäre zweifelsohne von Interesse, die Frage beantwortet zu erhalten, ob der genannte Combinationstypus ein häufigeres Vorkommen besitzt, und unter welchen äußeren Verhältnissen er auftritt. Die Richtung der Spaltöffnungen steht vielleicht in Correlation mit den von Stahl (I) kürzlich gezeigten, von dem gewöhnlichen Verhältnisse sehr abweichenden physiologischen Merkmalen des Spaltöffnungsapparates der Halophyten. — Bei den Alvarpflanzen scheinen die Spaltöffnungen an mehr oder weniger breiten Blättern gewöhnlich in allen möglichen Richtungen orientiert zu sein. — Die Verschiedenheiten der Orientierung der Spaltöffnungen tritt auch bei Vergleichung ungleichförmiger Blätter einer und derselben Art hervor. So nehmen sie an den unteren abgerundeten Blättern bei *Saxifraga granulata* keine bestimmte Richtung ein, an den oberen schmäleren sind sie dagegen longitudinal gestreckt. Mehrere andere mit ungleichförmigen Blättern versebene Arten verhalten sich auf dieselbe Weise (*Scabiosa Columbaria*, *Pimpinella Saxifraga* etc.).

An den Blattstielen und an den Scheiden ebenso wie an den Achsenorganen sind die Spaltöffnungen in den meisten Fällen mehr oder weniger longitudinal gestreckt. (In Bezug auf die physiologische Bedeutung der

longitudinalen Richtung der Spaltöffnungen in langgestreckten Organen vgl. BENECKE [I]). Im Stamme von *Polygonum aviculare* haben sie eine unregelmäßige, überwiegend transversale Orientierung.

Verhältnismäßig selten nehmen die Spaltöffnungen der Alvarpflanzen eine auf irgend welche Weise geschützte Lage ein. Bei einigen Gräsern, z. B. *Festuca rubra* und **oelandica*, liegen sie nebst ihren Nebenzellen unter dem Epidermisniveau an der Oberseite der Blätter versenkt; sie werden hier außerdem durch die Einrollung der Blätter gegen die Oberseite sowie gewöhnlich durch zahlreiche conische Haare, die ein zu scharfes Wechseln der Luftfeuchtigkeit nächst der oberen Epidermis verhindern, geschützt. Bei der überwiegenden Mehrzahl der Alvarpflanzen sind die Spaltöffnungen der Blätter in gleicher Höhe wie die äußere Begrenzung der Epidermis placiert oder nur äußerst wenig unter dem Epidermisniveau eingesenkt. In diesen Fällen tragen oft Haarbildungen, insbesondere auf der Unterseite der Blätter (*Galium verum*, *Potentilla argentea* und *fruticosa* nebst mehreren anderen) zur Ausgleichung der Feuchtigkeitswechselungen in den gleich über den Spaltöffnungen liegenden Luftschichten bei. Oft mangeln indessen besondere, die Spaltöffnungen gegen zu starke Transpiration schützende Einrichtungen. Bei einigen Arten, z. B. *Ranunculus bulbosus*, sind dieselben sogar über das Epidermisniveau etwas erhoben.

Auch in den Achsenorganen sind die Spaltöffnungen gewöhnlich ungefähr in gleicher Höhe mit dem Epidermisniveau placiert und besitzen nur selten besondere Schutzmittel gegen die Transpiration. Bei der Blütenstandsachse von *Allium Schoenoprasum* (und *A. arenarium*?) liegt doch die Spalte unter den beträchtlich verdickten (siehe oben!) Außenwänden der Epidermis ein wenig versenkt. Bei einigen Arten mit hervorragenden Collenchymleisten an den Achsen, wie bei *Globularia vulgaris*, *Convolvulus arvensis*, *Pimpinella Saxifraga*, *Rumex Acetosella*, *Achillea Millefolium*, sind die Spaltöffnungen durch ihre Lage in den Rinnen zwischen diesen Leisten gegen Feuchtigkeitswechselungen in den nächsten Luftschichten ein wenig geschützt. Die Leisten ragen in den oberen Achsenregionen schärfer als in den unteren hervor und sitzen in jenen dichter, wodurch sie hier einen besseren Schutz als in diesen abgeben.

Die Spaltöffnungen der Alvarformen im Vergleich mit den entsprechenden Normalformen.

Die Spaltöffnungen sowohl der Achsenorgane als der Blätter sitzen gewöhnlich etwas dichter bei den Alvarpflanzen als bei den entsprechenden Normalformen. Dies steht wahrscheinlich im Zusammenhang mit der in den meisten Fällen geringen Größe der Epidermiszellen bei jenen. Im Ganzen tragen die Organe der Normalformen ihrer größeren Oberfläche

zufolge jedoch gleich viele, oder bisweilen vielleicht mehr Spaltöffnungen, als die der entsprechenden Alvarformen.

In Bezug auf die Orientierung der Spaltöffnungen scheinen zwischen den Alvar- und Normalformen keine anderen Unterschiede als die von der verschieden großen Längen- und Breitenausdehnung der Blätter abhängigen zu herrschen. *Asperula tinctoria* weicht in dieser Beziehung etwas ab. Bei dieser Art sind sämtliche Blätter der Alvarform mit vorzugsweise longitudinal gestreckten Spaltöffnungen versehen; bei der Normalform sind sie sogar an den sehr schmalen floralen Stützblättern in keiner besonderen Richtung orientiert.

Hinsichtlich der Lage der Spaltöffnungen im Verhältnis zum Epidermisniveau herrschen in den untersuchten Fällen keine bemerkenswerten Unterschiede zwischen den Alvar- und Normalformen. Die accessorischen Anordnungen zum Schutze der Spaltöffnungen sind bisweilen mehr ausgeprägt bei den Alvarformen. So verhält sich oft die Behaarung. Die oben erwähnten, die Spaltöffnungen einigermaßen schützenden Collenchymleisten der Achsenorgane (bei *Pimpinella Saxifraga* etc.) sind gewöhnlich absolut oder wenigstens relativ mehr hervorragend bei den Alvarformen.

Die Ausbildung der assimilierenden Gewebe bei den Alvararten.

Zwischen den mehrjährigen Arten einerseits, den einjährigen andererseits scheinen in Hinsicht der assimilierenden Gewebe keine durchgehenden Unterschiede zu herrschen.

Die Assimilationsarbeit ist bei den meisten Alvarpflanzen größtenteils den Blättern zugeteilt. Von den untersuchten Arten zeichnet sich nur *Plantago minor* durch den vollständigen Mangel an Palissadengewebe in den Blättern aus; diese, die isolateral, beinahe centrisch gebaut sind, sind von weiten Luftgängen durchzogen, die von einschichtigen, aus longitudinal gestreckten, schwach assimilierenden Zellen bestehenden Zellenscheiben begrenzt werden. — Die assimilierenden Gewebe sind besonders in an den Boden mehr oder minder gedrückten Blattspreiten und in Spreiten, deren Unterseite auf eine oder die andere Weise — durch dichte Haarbekleidung, durch die Einrollung der Blätter oder durch beide Anordnungen zusammen — einer freieren Exposition entzogen ist, deutlich anisolateral ausgebildet. Auch in diesen Fällen hat indessen — bei den Alvarformen — das Schwammparenchym gewöhnlich einen wenig typischen Bau, insofern die Zellen kurzarmig, mehr oder minder isodiametrisch und mit engen Zwischenräumen versehen sind. Die Palissaden bilden in diesen Blättern, wenigstens bei den Alvarformen der bezüglichen Arten, meistenteils mehr als 2 Lagen und nehmen zusammen die Hälfte oder noch mehr von der Blattdicke ein. Bisweilen, wie in den Grundblättern von *Capsella bursa pastoris*, *Bellis perennis* und in den sämtlichen Blättern von *Mentha arvensis f. riparia* tritt nur 1, bei *Gentiana campestris* 1—2 Palissadenlagen

an der Oberseite auf. Auch bei *Trifolium repens, arvense* und *procumbens* finden sich nur 1—2 Lagen; bei diesen Arten werden die oberen Blattflächen zufolge der Bewegungen der Blättchen intensivem Sonnenlichte nicht ausgesetzt (siehe oben!). Bei *Geranium rotundifolium* und *molle*, die wie die *Trifolia* sehr dünne Blätter besitzen, ist nur eine einzige Lage kurzer, verhältnismäßig breiter Palissaden entwickelt; zufolge sowohl der oben erwähnten, eigentümlichen fixen Lichtlage der Blätter, als ihrer kurzen Dauer — beide Arten bringen während der Vegetationsperiode wenigstens 2 Generationen hervor — wird die Einwirkung des Sonnenlichtes hier wenig empfindlich [1]). Die schwache Ausbildung des Palissadengewebes bei einigen anderen einjährigen Alvarpflanzen (siehe gleich oben!) dürfte auch im Zusammenhange mit ihrer kurzen Vegetationsdauer stehen. —

---

1) Nach BERGENDAL (I) ist bei *G. rotundifolium* und *G. molle* das Palissadengewebe wenigstens in den Keimblättern schwächer ausgebildet als bei den meisten übrigen von ihm untersuchten Arten derselben Gattung. In Bezug auf die Laubblätter werden in dieser Hinsicht keine eingehenderen Angaben mitgeteilt. Ich habe die Laubblätter einiger *Geranium*-Arten (meistenteils in den Schären Stockholms eingesammelt) in dieser Beziehung untersucht. Von diesen stimmen *G. Robertianum* und *G. columbinum* in Betreff der Länge der Vegetationsperiode und der Standortsverhältnisse am meisten mit *G. rotundifolium* und *G. molle* überein. Bei *G. Robertianum* wird durch die ein wenig größere Dicke und Lappigkeit der Blätter ein Schutzmittel gegen die Transpiration hergestellt, welches das bei *G. rotundifolium* und *G. molle* durch die Lichtlage der Blätter gelieferte ersetzen dürfte. Gleich wie bei diesen tritt bei jenen eine einzige Palissadenlage mit ungefähr gleich langen und breiten und mit gleich großen Interstitien versehenen Zellen wie bei diesen auf; bei *G. Robertianum* nähert sich die nächst untere Lage jedoch auch der Palissadenform. Bei *G. columbinum* sind die Grundblätter gleich dick wie bei *G. Robertianum*, aber weniger lappig; die Palissadenlagen sind 2, mit dichter gestellten Zellen als bei *G. rotundifolium* und *G. molle*; die obere Lage hat längere Zellen als die untere; beide Lagen sind aber zusammen nur ein wenig dicker als die einzige Lage bei diesen. Die floralen Stützblätter bei *G. columbinum* sind beträchtlich dicker als die Grundblätter; auch hier sind zwei Palissadenlagen entwickelt; die Zellen beider Lagen sind länger und stehen dichter als in den Grundblättern und in den entsprechenden Blättern bei *G. rotundifolium* und *G. molle*. *G. sanguineum* kommt hinsichtlich der Standortsverhältnisse auch den *G. molle* und *G. rotundifolium* nahe, unterscheidet sich aber u. a. durch die längere Dauer und größere Dicke, ebenso wie durch die weniger schützende Lichtlage der Blätter — die meisten Blattscheiben sind wie bekannt senkrecht, aber in keinen besonderen Luftstrich gestellt. Nur eine Palissadenlage ist entwickelt, ihre Zellen sind aber ungefähr doppelt so lang wie bei *G. rotundifolium* und *G. molle* und sitzen dichter als bei diesen. Bei *G. silvaticum* dauert die Vegetationsperiode der Blätter lange. Hier findet sich nur eine Palissadenlage, deren Zellen — in Übereinstimmung mit den weniger frei exponierten Standorten dieser Art — keine große Länge erreichen; sie sind indessen wenigstens ebenso lang wie bei *G. rotundifolium* und *G. molle*; die Blätter sind etwas dicker als bei diesen. *G. bohemicum* hat zwei Palissadenlagen; die obere Lage ist etwas mächtiger als die untere und besitzt eine größere Dicke als die Palissadenlage bei *G. rotundifolium* und *G. molle*; *G. bohemicum* kommt doch an beträchtlich weniger exponierten Standorten als die beiden letztgenannten vor.

Diejenigen Blätter, in denen das Assimilationsparenchym der beiden Seiten in etwa gleich hohem Grade dem Lichte exponiert ist, also die meisten mehr oder weniger aufrechten Grundblätter und die höher sitzenden Blätter aufrechter Achsen nähern sich in der Regel dem isolateralen Bau. Palissaden sind hier beiderseits entwickelt, und zwar gewöhnlich in 2 bis mehreren Lagen. An der Unterseite sind sie doch etwas weniger typisch — kürzer und von größeren Zwischenräumen umgeben — als an der Oberseite. Dies gilt auch in denjenigen Fällen, wenn während früherer Entwicklungsstadien nur die Unterseite exponiert ist: schon in diesen Stadien — z. B. in den Blattlappen bei *Achillea Millefolium* — sind die Palissaden typischer an der Oberseite entwickelt. — An aufrechten Achsen, wo also die Blätter je nach ihrer Placierung auf verschiedene Weise exponiert sind, ist indessen der Bau der assimilierenden Gewebe in den oberen Blättern mehr centrisch und das Palissadengewebe kräftiger und mit kleineren Intercellularräumen versehen als in den unteren, was wenigstens teilweise von der direkten Einwirkung des Lichtes herrühren dürfte. — Einen beinahe isolateralen Bau mit kräftigem Palissadengewebe an beiden Seiten der Blätter besitzen an den untersuchten Arten wenigstens die Alvarformen folgender: in den Grundblättern: *Globularia vulgaris*; in sämtlichen Blättern: *Myosurus minimus* (die Alvarformen), *Bupleurum tenuissimum, Polygonum aviculare, Convolvulus arvensis* (weniger ausgeprägt), *Asperula tinctoria* (dgl.), *Silene nutans*, *Artemisia campestris, Saxifraga tridactylites* und *granulata*. Von den auf dem Alvar auftretenden, in dieser Hinsicht von mir nicht näher untersuchten Arten sind *Linosyris vulgaris* und *Centaurea Jacea* nach HEINRICHER (I) in den Blättern beinahe centrisch gebaut.

In den eingerollten Blättern einiger Gräser (u. a. *Festuca rubra* und **oelandica*) finden sich beinahe keine Zwischenräume zwischen den Mesophyllzellen, die, wenngleich kurz und verhältnismäßig breit, sämtlich so zu sagen bestrebt sind, die Palissadenform anzunehmen. Die Intercellularräume scheinen (bei *Festuca rubra* und ihrer Form *oelandica*) zu den zuerst von TSCHIRCH (II) bei einigen anderen Pflanzen erwähnten, nachher von GILTAY (I) u. a. bei *Festuca rubra* beobachteten, und kürzlich von STENSTRÖM (I) bei *Lycopodium complanatum* und *clavatum* gefundenen »Gürtelcanälen« beschränkt zu sein, die hier über dem ganzen Mesophyll ziemlich gleichmäßig verteilt sind, aber ihrem kleinen Querdurchschnitte zufolge im Ganzen ein Intercellularsystem von nur geringem Volumen bilden. Diese mächtige relative Ausdehnung der assimilierenden Gewebe scheint nebst der Dichtigkeit der rasigen assimilierenden Sprosse als Ersatz für die geringe Flächenausdehnung der assimilierenden Organe zu dienen. (Die Halme ebenso wie die höher an denselben befestigten Blätter sind wenigstens bei *Festuca oelandica* in außerordentlich geringem Grade assimilierend). — Auch bei einigen winzigeren, einjährigen Arten,

deren Blätter eine geringe Flächenausdehnung besitzen, sind die assimilierenden Gewebe derselben sehr kräftig entwickelt. So hat *Euphrasia officinalis* an der Blattoberseite mehrere Lagen scharf ausgebildeter Palissadenzellen; *Linum catharticum* hat an der Oberseite der Blätter eine typische Palissadenlage, auch die nächstuntere Lage hat dicht gestellte, etwas palissadenförmig gestreckte Zellen, und das Mesophyll der Unterseite besitzt isodiametrische Zellen mit sehr kleinen Zwischenräumen; auch der Stamm ist hier kräftig assimilierend, obschon keine Palissaden entwickelt sind. *Polygonum aviculare* hat kräftig assimilierende Blätter. Die starke Ausbildung der Assimilationsgewebe bei diesen kleinblättrigen Arten ist natürlich von durchgreifender Bedeutung in Bezug auf eine hinlänglich schnelle Entwicklung der reichlichen fructificativen Organe.

Eine im Verhältnis zur Oberfläche der Blätter schiefe, den intensivsten Lichtstrahlen mehr oder minder parallele Stellung (vgl. z. B. A. Nillsson [I], S. 50, Pick [I]), nehmen die Palissaden in aufgerichteten Blättern verschiedener Alvarpflanzen ein. So verhalten sie sich an beiden Seiten der Blätter bei *Bupleurum tenuissimum*, *Artemisia campestris*; an beiden Seiten der oberen, mehr oder weniger isolateralen Blätter bei *Saxifraga tridactylites*, *S. granulata*, *Artemisia rupestris*; an der oberen und oft auch an der unteren Seite bei *Silene nutans*; nur an der Oberseite bei *Veronica serpyllifolia* und *scutellata*, *Mentha arvensis f. riparia*, *Campanula rotundifolia* (die schmalen Blätter). Bei einigen Arten zeigen also die Blätter je nach ihrer Anbringung und Exposition auch in dieser Beziehung bei einem und demselben Individuum abwechselnde Structurverhältnisse. Dass diese schiefe Stellung der Palissaden in ursächlichem Zusammenhange mit dem Sonnenlichte steht, scheint mir aus der Thatsache hervorzugehen, dass sie keine bestimmte Orientierung in Bezug auf die Blattoberflächen zeigen. Dies tritt am deutlichsten bei denjenigen Blättern hervor, deren Seitenhälften nicht in demselben Plane liegen, sondern gegen einander über den Mittelnerv hinaufgebogen sind. Hier sind, z. B. bei *Silene nutans*, die Palissaden auf Querschnitten von der oberen Epidermis schief nach innen gegen den Mittelnerv, auf Längsschnitten schief nach innen und nach unten gerichtet. Sie erhalten also, in Betracht der aufgerichteten Lage der Blätter, eine den intensivsten Lichtstrahlen mehr oder weniger parallele Richtung. Die Stellung der Palissaden zur oberen Blattfläche dürfte dagegen aus etwa differierenden Wachstums- bezw. Spannungsverhältnissen der verschiedenen Gewebe (vgl. Heinricher [I], Haberlandt [I]) nicht erklärt werden können.

Die Blattstiele sind gewöhnlich, obgleich in geringem Grade, assimilierend. Die chlorophyllführenden Zellen sind hier, gleichwie die sämtlichen Grundgewebezellen, in der Längenrichtung des Stieles gestreckt. Nur ausnahmsweise sind sie palissadenartig ausgebildet; so an der Oberseite der Blattstiele bei der Alvarform von *Plantago lanceolata* und bei

Achillea Millefolium (die letztere hat bisweilen Palissaden auch auf der Unterseite der Stiele); an der Oberseite der Blattstiele der Alvarform von *Pimpinella Saxifaga* sind sie dann und wann schwach palissadenförmig.

Auch die Blattscheiden sind, obschon schwach, assimilierend mit longitudinal gestreckten, von mehr oder weniger weiten Zwischenräumen umgebenen Zellen.

Die dem Lichte exponierten Teile der vegetativen und vegetativ floralen Achsen sind, vielleicht ohne Ausnahme, assimilierend, haben aber als Assimilationsorgane gewöhnlich eine untergeordnete Bedeutung. In der Regel sind nur die äußeren Teile der primären Rinde, und zwar in nur geringem Grade, chlorophyllführend. Sämtliche Rindenzellen sind gewöhnlich in der Längsrichtung des Organes gestreckt. Die sie umgebenden Intercellularräume haben meistenteils ein geringeres Volumen als die Zellen selbst; nur in den Blütenstielen von *Myosurus minimus* ebenso wie in den Ausläufern und den vegetativ floralen Achsen von *Veronica scutellata* sind die Intercellularräume des assimilierenden Gewebes zu umfangreicheren Luftgängen ausgebildet. Sogar bei dem ausgeprägt xerophilen, mit sehr frei exponierten Internodien versehenen *Ranunculus illyricus* sind die assimilierenden Zellen des Stammes in der Längrichtung desselben gestreckt (vgl. A. Nilsson [1]). Sowohl die dichte Behaarung des Stammes als die kurze Vegetationsperiode hat hier zur Folge, dass die directe Einwirkung des Lichtes auf das Assimilationsgewebe geschwächt wird. Von den untersuchten Arten besitzen nur *Allium Schoenoprasum*, *Asperula tinctoria* und *Plantago minor* nebst den xerophilen Formen von *Polygonum aviculare*, *Convolvulus arvensis* und *Campanula rotundifolia* Palissadenzellen in den Achsenorganen. Der verhältnismäßig kräftigen Entwickelung des Assimilationsgewebes in den Achsen folgt in diesen sämtlichen Fällen die Reduction der Blattflächen, bezw. der Anzahl der Blätter. Bei den Blättern von *Polygonum aviculare* sind indessen die geringe Größe und die hinfällige Consistenz von einer kräftigen Assimilationsthätigkeit teilweise compensiert, da nämlich das Mesophyll beinahe ausschließlich von typischen, dicht gestellten Palissaden, die auf jeder Seite zwei Lagen bilden, besteht. Bei *Plantago minor* ist dagegen die Oberflächenreduction der Blätter mit einer beträchtlich geschwächten Construction des Assimilationsgewebes derselben verbunden (siehe oben!). Bei *Asperula tinctoria*, *Allium Schoenoprasum* und *Plantago minor* sind die Palissaden in den Achsen schief nach innen und nach unten gerichtet. Diese Stellung wird bei den zwei letztgenannten auch von den Zellen der innerhalb des eigentlichen Palissadenparenchyms befindlichen Lagen eingenommen. In Bezug auf den ziemlich complicierten Bau des Assimilationssystems der Achsen von *Plantago minor* und *Asperula tinctoria* vgl. übrigens den speciellen Teil.

Die gewöhnliche Correlation zwischen der Stärke der Assimilations-

thätigkeit in den Blättern und in den Achsen (vgl. z. B. Pick [II]) herrscht also auch bei den Alvarpflanzen.

In den höheren Internodien aufrechter Achsen nimmt die primäre Rinde, bezw. der assimilierende Teil derselben ein relativ, bis zu einer gewissen Höhe auch absolut größeres Volumen als in den unteren Internodien ein. Wenigstens teilweise scheint dies von der freieren Exposition der höheren Internodien abhängig zu sein.

Die assimilierenden Gewebe der Alvarformen in ihrem Verhältnis zu denjenigen der entsprechenden Normalformen.

Es ist im Vorhergehenden erwähnt, dass die assimilierenden Gewebe der Blätter und Internodien der Alvarpflanzen oft in verschiedenen Regionen eines und desselben Individuums verschiedenartig gebaut sind, und dass die Ungleichheit der Exposition bei der Fixierung dieser Structurverhältnisse der hauptsächlich wirkende Factor wahrscheinlich gewesen ist. Dasselbe scheint auch beim Vergleich verschiedener Standortsformen einer und derselben Art hervorzugehen. Wie die Assimilationsgewebe in den höheren, freier exponierten Blättern, bezw. Internodien relativ kräftiger entwickelt (und mit engeren Intercellularräumen versehen etc.) sind als in den unteren entsprechenden Teilen desselben Individuums, so verhalten sich nämlich die Blätter und die Achsenteile der Alvarformen im großen Ganzen in gleicher Weise zu den entsprechenden Teilen der Normalformen einer und derselben Art.

Das Schwammparenchym der Blattspreiten ist bei der Normalform von lockerem Bau und nimmt bei dieser ein absolut oder wenigstens relativ größeres Volumen als in den entsprechenden Blättern der Alvarform ein. Die Palissaden sind kürzer und sitzen weniger dicht bei der Normalform; auch bilden sie oft bei dieser eine kleinere Anzahl Lagen und nehmen in den meisten Fällen einen absolut kleineren Teil des Querschnittes als bei der Alvarform ein. Die Palissaden sind gewöhnlich breiter bei der Normalform; bisweilen sind sie doch etwa gleich breit bei beiden Formen, oder sogar etwas breiter bei der Alvarform (*Convolvulus arvensis*). Bei *Viola canina* hat die Blattoberseite der Alvarform 2 bis 3 Palissadenlagen, bei der Normalform besteht die oberste assimilierende Lage aus Trichterzellen mit ziemlich großen Zwischenräumen, das ganze übrige Mesophyll aus Schwammparenchym. Bisweilen (z. B. bei den gerundeten Blättern von *Campanula rotundifolia*) treten Palissaden an der Oberseite bei der Alvarform auf, während bei der Normalform das Mesophyll ganz und gar aus Schwammparenchym bestehen kann. Bei einigen Arten besitzt die Normalform Palissadengewebe nur an der Oberseite, die Alvarform an beiden, bezw. allen Seiten des Blattes (*Plantago lanceolata*, *Myosurus minimus*). Selten, wie bei *Trifolium repens* und *arvense*, zeigen die Blätter der Alvar- und der Normalformen keine merkbaren Unterschiede hinsichtlich der Aus-

bildung der assimilierenden Gewebe. Durch die Bewegungen der Blättchen werden bei den Alvarformen dieser Arten die extremen Wirkungen des Sonnenlichtes annulliert, weshalb dasselbe keine Änderungen im Bau der fraglichen Gewebe zu bewirken vermag. Der Transpirationsschutz, welchen eine mächtigere und festere Ausbildung des Palissadengewebes vielleicht mit sich führen würde, ist hier zufolge der Fähigkeit der Blättchen, ihre Stellung zu verändern, andererseits nicht erforderlich.

Die schiefe Stellung der Palissaden in aufrechten oder schief aufgerichteten Blättern, bezw. Blattlappen zeigt sich beim Vergleich verschiedener Standortsformen deutlich von der Intensität des Sonnenlichtes abhängig. So sind die Palissaden an der oberen Seite der Grundblätter bei *Saxifraga granulata* nur bei der Alvarform schief gestellt; in den Grundblättern der Normalform, die stärker beschattet sind, sind sie senkrecht gegen die Epidermis gerichtet. Bei den sämtlichen Blättern von *Silene nutans*, *Veronica scutellata* und *Mentha arvensis* sind die Palissaden nur bei den Alvarformen schief gestellt. Teilweise sind diese Unterschiede sicherlich auch von der mehr horizontalen Stellung der Blattoberflächen bei den Normalformen abhängig. — Die schiefe Stellung scheint nur dann hervorgerufen werden zu können, wenn die Palissaden relativ lang und schmal sind.

In den Blattstielen und -scheiden sind die assimilierenden Zellen — wie überhaupt die Grundgewebszellen — bei den Alvarformen in longitudinaler Richtung weniger gestreckt und von engeren Intercellularräumen umgeben als bei den Normalformen. Sie sind auf Querschnitten bei diesen gewöhnlich etwas weiter als bei jenen; bisweilen verhalten sie sich doch sogar in entgegengesetzter Weise. Wenn Palissaden in den Blattstielen entwickelt sind, sind sie bei den Normalformen schwächer ausgebildet (*Achillea Millefolium*) oder von longitudinal gestreckten Zellen ersetzt (*Pimpinella Saxifraga, Plantago lanceolata*).

Von den assimilierenden Achsenorganen gilt im großen Ganzen dasselbe wie von den Blättern. Die assimilierenden Zellen — wie die Zellen der primären Rinde überhaupt — sind bei den Normalformen in longitudinaler Richtung mehr gestreckt und von größeren Zwischenräumen umgeben. Diese Ungleichheit scheint in Zusammenhang mit der größeren Wachstumsgeschwindigkeit in longitudinaler Richtung, die die Achsenorgane der Normalformen zeigen, zu stehen. Die primäre Rinde, bezw. der assimilierende Teil von dieser nimmt in der Regel ein wenigstens relativ größeres Volumen bei den Alvarformen ein.

In den verhältnismäßig wenigen Fällen, wenn Palissaden in den Achsen der Alvarformen entwickelt sind, mangeln sie meistenteils den Achsen der entsprechenden Normalformen und sind hier von Zellen, die eine freilich nur unerheblich, aber doch deutlich überwiegende Ausdehnung in der Längsrichtung des Organes (*Polygonum aviculare* etc.) zeigen, ersetzt. *Asperula tinctoria* besitzt doch auch bei Formen, die einer mittelmäßigen

Beschattung ausgesetzt sind, Palissaden im Stamme, die sogar auch bei diesen Formen schief gestellt sind.

Die Luftgänge des Grundgewebes.

In Betreff der in den Assimilationsgeweben auftretenden Intercellulargänge darf ich auf das oben Gesagte hinweisen. (In Bezug auf die größeren Lufträume im Assimilationsgewebe des Stammes bei *Asperula tinctoria* vgl. den speciellen Teil.)

Größere, lysigene Luftgänge finden sich in den Blattstielen einiger Alvarpflanzen, z. B. *Ranunculus bulbosus*, *Potentilla fruticosa*. Ein einziger centraler, lysigener Luftgang tritt in den Blattstielen bei *Achillea Millefolium* auf. Auch in den Blattscheiden von *Pimpinella Saxifraga* und *Ranunculus bulbosus* kommen mehrere solche Gänge vor. Sie sind absolut und gewöhnlich auch relativ (im Verhältnis zur Ausdehnung der Gewebe in den Stielen, bezw. Scheiden) enger, je höher die bezüglichen Blätter befestigt sind, und bei den Alvarformen enger als bei den Normalformen (hinsichtlich *Pimpinella Saxifraga* vgl. den speciellen Teil).

Auch in der Rinde der Achsen treten, obschon selten, größere Luftgänge auf. Ich habe solche nur in den Stämmen von *Plantago maritima*, *P. minor* und *Myosurus minimus*, also in nahe am Boden gelegenen Teilen beobachtet. Sie sind hier schizogen. Kein Unterschied in ihrer Ausbildung bei den Alvar- und den Normalformen hat constatiert werden können.

Die in dem nichtassimilierenden Teile der primären Rinde oberirdischer Internodien zu findenden Intercellularräume sind, wie die äußeren, im assimilierenden Teile auftretenden, bei den Normalformen weiter als bei den entsprecheuden Alvarformen. Hinsichtlich der Weite der Intercellularräume im Marke, bezw. in dem innerhalb der Gefäßbündel liegenden Teile des Grundgewebes scheinen keine durchgehenden Unterschiede zwischen den bezüglichen Formen zu herrschen. Aber weil dieser Teil des Grundgewebes in allen von mir untersuchten Fällen bei den Alvarformen ein relativ und gewöhnlich auch absolut beträchtlich reduciertes Volumen hat, wird auch das hier befindliche Intercellularsystem in entsprechendem Grade reduciert. In höheren Internodien nimmt das Mark ein gewöhnlich auch relativ kleineres Volumen als in näher am Boden gelegenen Internodien desselben Individuums.

Als durchgehende Regel gilt also in Betreff der untersuchten Arten, dass die Intercellularsysteme des Grundgewebes zusammen ein kleineres Volumen in höheren als in niederen Teilen eines und desselben Individuums einnehmen, und dass sie bei den Alvarformen weniger entwickelt als in den entsprechenden Teilen der bezüglichen Normalformen sind.

Die Ausbildung der Stützgewebe in den oberirdischen vegetativen Organen der auf dem Alvar auftretenden Arten.

1. Die Blätter. In den Blattspreiten sind specifisch mechanische Gewebe gewöhnlich äußerst schwach oder gar nicht entwickelt. Von den untersuchten Arten sind nur einige mehrjährige mit in nennenswertem Grade wirksamen Stützgeweben versehen. Zuerst ist in dieser Hinsicht *Festuca* **oelandica* zu bemerken. Die Strohblätter dieser Form besitzen dickwandige Bastbelegungen an der Unterseite der Nerven. Die eingerollten Grundblätter haben drei stärkere Bastbelegungen, eine dorsale und zwei laterale, und außerdem zwei schwächere Belegungen jederseits der dorsalen; die Endodermis hat stark verdickte Innen- und Seitenwände. Zur festen Consistenz der Blätter tragen übrigens die dicken Außenwände der Epidermis an der Unterseite sowohl der Stroh- als der Grundblätter bei. Die für das Alvar sehr charakteristische *Festuca ovina* hat eine subepidermale, stark entwickelte Bastbelegung, die sich über die ganze Unterseite der Blätter erstreckt; auch hier sind sowohl die Endodermiswände als die Außenwände der unteren Epidermis stark verdickt. *Nardus stricta* besitzt starke Bastbelegungen, die sich von der unteren Seite der Gefäßbündel bis an die Epidermis der Unterseite erstrecken und die durch das zwischenliegende Assimilationsparenchym von einander isoliert sind. Auch hier sind die Außenwände der Epidermiszellen an der Unterseite der Blätter beträchtlich verdickt. Einige andere Gräser, wie *Sesleria coerulea*, *Anthoxanthum odoratum*, haben wenigstens unter dem medianen Gefäßbündel Bastbelegungen mit dickwandigen und kleinlumigen Zellen, die indessen hier eine weit mehr untergeordnete mechanische Bedeutung für das ganze Blatt besitzen. *Globularia vulgaris* hat unter dem medianen Gefäßbündel einige zerstreute dickwandige Bastzellen; auch die Holzelemente sind hier sehr verdickt. Zur steifen Consistenz des Blattes dieser Art trägt übrigens der compacte Bau des Assimilationsgewebes bei. Bei *Plantago maritima* wie bei ihrer Alvarform (*angustissima*) finden sich an den beiden Seiten der Nerven mit ziemlich dickwandigen Zellen versehene Bastbelege. *Plantago major* verhält sich in derselben Weise. — Andere Beispiele in nennenswerterem Grade mechanisch wirksamer Gewebe in den Blättern der Alvarpflanzen kenne ich nicht. Bei mehreren Arten treten freilich Collenchym- und Baststränge auf, aber die Zellwände erreichen keine erhebliche Festigkeit. Bei Blättern mit festerer Consistenz (*Potentilla argentea*, *Helianthemum oelandicum*, *Galium verum* etc.) wird diese vorzugsweise durch das compacte, mit dicht stehenden Wänden versehene Palissadengewebe, bisweilen, wie bei *Allium Schoenoprasum*, auch durch die dicken Epidermisaußenwände bewirkt. Besonders die in den höheren, freier exponierten Regionen aufrechter Achsen befestigten Blätter sind — außer durch ihre reducierte Oberfläche und ihre festere Insertion an der Achse — vornehmlich durch die compacte, mehr

centrische Ausbildung des Assimilationsgewebes (vgl. oben!) gegen die mechanische Einwirkung des Windes geschützt. Bei einigen Arten, wo der centrische Bau der Blätter vollständig durchgeführt ist, wie bei den *Seda*, sind mechanische Gewebe nicht einmal zur Anlage zu finden.

In den Blattstielen sind dagegen mechanische Gewebe meistenteils entwickelt. Wie im Allgemeinen bei diesen Organen, kommt das Collenchym meistenteils zur Anwendung. Es tritt als ein geschlossener subepidermaler Mantel (z. B. bei *Cynanchum Vincetoxicum*, *Spiraea Filipendula*) oder als getrennte subepidermale Stränge (z. B. bei *Pimpinella Saxifraga*) auf. Bisweilen wird es von einem verholzten, das mediane Gefäßbündel umgebenden Mantel (*Saxifraga granulata*) ersetzt. Seltener scheint das Auftreten von subepidermalem Collenchym nebst die Gefäßbündel umgebendem Bast (*Achillea Millefolium*) zu sein. *Potentilla fruticosa* hat ungewöhnlich stark gebaute Blattstiele: an der Unterseite des medianen Gefäßbündels und auf den Außenseiten der lateralen Bündel treten kräftige Baststränge auf, woneben ein mechanisch wirksames Hypoderm rings um den Stiel entwickelt ist.

Die Blattscheiden sind in allen untersuchten Fällen mit Stützgewebe versehen. *Ranunculus bulbosus*, *Saxifraga granulata* und *Pimpinella Saxifraga* besitzen um die Gefäßbündel geschlossene Stereommäntel. Bei der letztgenannten sind außerdem Collenchymleisten an der äußeren Seite entwickelt; an der Innenseite der floralen Stützblätter der Alvarform treten daneben horngewebsartige Lagen dickwandiger, tangential zusammengedrückter Zellen auf; das letztgenannte Gewebe dient wahrscheinlich als Transpirationsschutz für den in der Scheidenachsel sich entwickelnden Spross.

2. Die Achsen. Bezüglich der verschiedenen Qualität und Combinationsweise der stereomatischen Gewebe der Achsen herrscht natürlich eine Mannigfaltigkeit von Typen, welche hier nicht näher erläutert werden können.

Wie man a priori erwarten kann, sind die Stützgewebe in aufrechten Achsenorganen, und zwar besonders bei Arten, die ausschließlich an Standorten, die dem Alvar ähneln, gebunden sind, am kräftigsten entwickelt.

Bei den mehrjährigen Alvarpflanzen scheinen sie im großen Ganzen eine stärkere Ausbildung zu erreichen und combiniertere Typen zu zeigen, als bei den einjährigen. Am kräftigsten ausgebildet sind sie bei einigen Gräsern, besonders bei *Festuca *oelandica*, deren Halme beinahe ausschließlich von einem die centrale Höhlung umschließenden Stereommantel bestehen, in welchem die schmalen Gefäßbündel eingebettet liegen; an der Peripherie des Halmes laufen äußerst spärliche und schmale Assimilationsstränge. Der Stereommantel besteht von im äußeren Teile prosenchymatischen, nach innen mehr parenchymatischen, dickwandigen Zellen mit nach außen sehr kleinen, nach innen etwas größeren Lumina. Auch in den Halmen von *Nardus stricta* ist der Stereommantel vollständig geschlossen

und wie bei der vorigen Art gebaut, erreicht aber nicht dieselbe Mächtigkeit und umschließt die Gefäßbündel nur von außen und an den Seiten. Die Assimilationsstränge sind ein wenig mächtiger als bei der vorigen Art, aber wie bei dieser vollkommen isoliert. Bei *Pimpinella Saxifraga* treten vier verschiedene Arten von mechanischen Geweben auf: ein geschlossener subepidermaler Collenchymmantel; in der primären Rinde ein Kreis stereomatischer Platten von großlumigen Zellen; Bastschienen außerhalb der Mestombündel, und Libriform. Dieser complicierte Bau kommt doch nur bei mehr oder minder luxuriierenden Formen, deren Hauptachse eine größere Menge floraler Seitenachsen trägt, vor; bei der Alvarform ist er, wie unten gezeigt werden soll, einfacher. Collenchym, Bast und Libriform bilden bei *Achillea Millefolium* und *Globularia vulgaris* ein kräftiges mechanisches System. Bei *Rumex Acetosella* treten Collenchym und Bast nebst einem stereomatischen, verholzten, aus dem Grundgewebe herausdifferenzierten Mantel auf, in welchem die Gefäßbündel eingeschlossen liegen. Auch die meisten übrigen mehrjährigen Arten mit mehr oder weniger langgestreckten, aufrechten Achsen, wie *Scabiosa Columbaria*, *Silene nutans* etc., zeichnen sich durch ein sehr kräftiges, obschon weniger combiniertes mechanisches System aus. *Saxifraga granulata* und insbesondere *Ranunculus bulbosus* haben im Vergleich mit den übrigen, mit aufrechten, frei exponierten Achsen versehenen Arten ziemlich schwach entwickelte mechanische Gewebe. Ihrer kurzen Vegetationsperiode zufolge sind indessen diese Arten nicht in so hohem Grade der nachteiligen Einwirkung äußerer Agentien ausgesetzt. Zu derselben Kategorie gehören die floralen Hauptachsen von *Bellis perennis*.

Unter den Sträuchern zeichnet sich *Potentilla fruticosa* durch einen sehr kräftigen Bau sogar in den jüngsten Jahrestrieben aus. Nebst einem recht starken geschlossenen Holzcylinder treten hier im inneren Teile der primären Rinde dicht laufende Bastbündel, durch Sclerenchymgruppen zu einem geschlossenen Mantel verbunden, auf.

Auch einige Arten mit niederliegenden oder aufsteigenden Achsen stehen bezüglich der Ausbildung der mechanischen Gewebe den mit aufrechten Achsen versehenen Arten wenig oder gar nicht nach. Diese, wie z. B. *Artemisia campestris* und *rupestris*, *Veronica spicata*, sind in ausgeprägterer Weise xerophil, d. h. auf Standorte, die dem Alvar ähnlich sind, mehr oder weniger beschränkt.

Im Allgemeinen zeigt indessen das mechanische System bei mehrjährigen Arten mit niederliegend-aufsteigenden Achsen und bei Arten mit aufrechten, aber über dem Boden nicht sehr erhobenen Achsen weder die Stärke noch den Reichtum an Combinationen wie bei den Arten mit höheren, aufrechten Achsen.

Die einjährigen Alvarpflanzen haben in den meisten untersuchten Fällen verhältnismäßig wenig stark entwickelte mechanische Gewebe.

Auch treten gewöhnlich nur zwei verschiedenartige mechanische Gewebe bei einer und derselben Art auf. Bei *Polygonum aviculare* finden sich außer den mechanisch wirksamen Teilen des Holzes zwei getrennte Kreise von Bastbündeln, der eine subepidermal, der andere unmittelbar außerhalb der Leptomstränge gelegen. Nur bei *Calamintha Acinos* habe ich typisch entwickeltes, aber nur wenig mechanisch thätiges Collenchym gefunden.

Sowohl bei mehr- als bei einjährigen zeigt sich ein durchgehender allgemeiner Unterschied in der Ausbildung des mechanischen Systems zwischen höheren und niederen Internodien mehr oder weniger aufrechter Achsen. In den unteren Internodien ist die Hauptmasse der mechanischen Gewebe nahe der Peripherie gesammelt und von dieser nur durch das relativ unerheblich mächtige primäre Rindenparenchym getrennt. Die subepidermalen mechanischen Gewebe sind hier verhältnismäßig weniger kräftig entwickelt. In den höheren Internodien werden die innerhalb des Rindenparenchyms gelegenen mechanischen Gewebe dem Centrum mehr genähert, weil sie durch die immer kräftiger assimilierende und mächtiger ausgebildete primäre Rinde von der Peripherie weggedrängt werden. Die hierdurch verursachte Verminderung der Biegungsfestigkeit der oberen Internodien wird durch die subepidermalen mechanischen Gewebe, besonders durch das Collenchym, das hier relativ kräftiger entwickelt wird als in den unteren Teilen und oft in der Form mehr oder weniger scharf hervorragender Leisten auftritt, teilweise compensiert.

Die Stützgewebe der genannten Organe der Alvarformen im Vergleich zu den Normalformen einer und derselben Art.

1. Die Blätter. Bezüglich der Ausbildung der mechanischen Gewebe in den Blattspreiten scheinen die verschiedenen Formen einer und derselben Art sich nur unerheblich zu unterscheiden. *Sesleria coerulea*, die an sehr verschiedenartigen Standorten auftreten kann und je nach denselben in Bezug auf Größenverhältnisse und andere habituelle Merkmale beträchtlich wechselt, variiert auch in Betreff der Ausbildung des Stützgewebes der Blätter, insofern die Baststränge bei der Alvarform kräftiger als bei den Normalformen entwickelt sind. Die übrigen Gräser habe ich in dieser Hinsicht nicht untersucht. Bei den wenigen anderen Alvarpflanzen, die in nennenswertem Grade mechanisch thätige Gewebe in den Spreiten besitzen, sind sie bei den Normalformen im Allgemeinen nur in ihrer Anlage zu finden, wie z. B. der Bast an der Unterseite des Mittelnerven bei *Silene nutans*. *Plantago maritima* f. *angustissima* hat sowohl in den Kanten als unter dem Mittelnerven schwache subepidermale Collenchymstränge; bei der Normalform sind diese nur in den Kanten entwickelt; die Baststränge an den Ober- und Unterseiten der Gefäßbündel sind bei beiden Formen ungefähr gleich wohl ausgebildet.

Die mechanischen Gewebe der Blattstiele, besonders das Collen-

chym, sind im Allgemeinen bei den Alvarformen stärker entwickelt. Bisweilen, wie bei *Plantago major*, ist das Verhältnis entgegengesetzt. Hier tritt Collenchym nur bei der Normalform auf, die auch kräftigere Stereombelege an den Gefäßbündeln hat. Dies scheint im Zusammenhang mit der größeren Länge und aufrechteren Stellung der Stiele wie mit der größeren Schwere der Scheibe bei der Normalform zu stehen.

Die Blattscheiden haben wahrscheinlich immer etwas kräftigere mechanische Gewebe bei den Alvarformen. Die horngewebsartigen Zellenlagen an der Innenseite der Scheide bei *Pimpinella Saxifraga* treten nur bei der Alvarform auf.

2. Die Achsen. Wie oben erwähnt, äußern sich die Unterschiede in der Ausbildung der Epidermis- wie Assimilationsgewebe zwischen den Alvar- und den Normalformen einer und derselben Art im großen Ganzen bei verschiedenen Arten auf dieselbe Weise, gehen in derselben Richtung. Diese Unterschiede sind durch directe Einwirkung der äußeren Verhältnisse verursacht. Auch die Ausbildung der mechanischen Gewebe ist von denselben Factoren abhängig. Es ist von Volkens und Anderen gezeigt worden, dass die stereomatischen Gewebe bei xerophilen Pflanzen sehr kräftig entwickelt sind, auch wenn diese keinen erheblichen mechanischen Schutz beanspruchen; und nach Kohl (1) steht die Stärke der Transpiration und somit der Grad der Luftfeuchtigkeit zur Ausbildung der mechanischen Gewebe in ursächlicher Verbindung. Bezüglich dieser Ausbildung kommen indessen auch andere Factoren hinzu, die gar nicht oder doch in viel unerheblicherem Grade auf die Ausbildung der zwei erstgenannten Gewebe einwirken. Insbesondere die höheren aufrechten Achsen der Alvarformen sind der Einwirkung des Windes mehr als die entsprechenden Organe der Normalformen ausgesetzt. Bis zu einem gewissen Grade sind die Alvarformen durch die absolut oder wenigstens im Verhältnis zu den übrigen Geweben kräftigere Ausbildung des mechanischen Systems auch gegen diese nachteiligere Exposition angepasst. (Inwieweit der Wind hierbei in directer Weise zur Verstärkung der mechanischen Elemente bez. Gewebe beiträgt, ist eine noch offene Frage). Die Alvarpflanzen besitzen indessen oft in ihrem Wuchse und in ihren morphologischen Charakteren gegen den Einfluss der Winde Reactionsmittel, welche den sonst von der verstärkten Ausbildung der mechanischen Gewebe gelieferten Schutz teilweise oder ganz und gar ersetzen können. So erreichen, wie vorher erwähnt, die aufrechten Achsen der Alvarformen nicht dieselbe Höhe wie die der entsprechenden Normalformen. Bisweilen sind die Achsen der Alvarformen durch dichteren, mehr rasenartigen Wuchs besser als die der Normalformen geschützt (z. B. bei *Campanula rotundifolia*). Oft sind die Achsen der Alvarformen mehr oder minder niederliegend, während sie bei den entsprechenden Normalformen aufrecht sind. Von großer Bedeutung ist schließlich der Umstand, dass die Alvarformen zufolge des verminderten

Zuganges an Nahrung ein nicht so großes Baumaterial zur Verfügung haben. Die aufrechten Achsen bilden deshalb bei den Alvarformen eine unerheblichere Masse sowohl von Zweigen und Blättern als fructificativen Organen aus (*Pimpinella Saxifraga, Scabiosa Columbaria* etc.). In der gleichen Masse werden die Ansprüche an Biegungsfestigkeit herabgesetzt. Das mechanische System erhält in Übereinstimmung hiermit, wie gleich gezeigt werden soll, in gewissen Fällen eine gleich kräftige oder noch kräftigere Ausbildung an den entsprechenden Regionen der Normalformen.

Die directe Einwirkung der äußeren Verhältnisse auf die Ausbildung mechanischer Gewebe ist unter den mehrjährigen Alvarpflanzen bei *Veronica scutellata* sehr ersichtlich. Die Ausläufer werden bei keiner der Formen dieser Art in nennenswertem Grade in mechanischer Hinsicht beansprucht; ein bestimmter Unterschied herrscht aber im Bau der Ausläufer zwischen der Alvar- und der Normalform, insofern der Bast, der das einzige mechanische Gewebe ausmacht und hier in wenigen zerstreuten und kleinzelligen Gruppen auftritt, bei jener Form dickwandiger und mächtiger entwickelt ist. Bei einigen Arten mit niederliegenden oder aufsteigenden vegetativ floralen Zweigen, wie bei *Lotus corniculatus*, finden sich entsprechende Unterschiede, obschon die Ungleichheit in der Exposition für die Winde dadurch ausgeglichen wird, dass die Achsen der Alvarformen mehr zum Boden gedrückt sind. Auch die aufrechten Achsen einiger Arten, wie *Saxifraga granulata, Ranunculus bulbosus*, sind bei den Alvarformen kräftiger gebaut, und zwar sowohl in den basalen Teilen als in den mittleren und höheren Regionen. Hier werden die Achsen der Alvarformen freilich zufolge ihrer reducierten Länge und der verminderten Last von Seitenachsen, Blättern und Blüten, bezw. Früchten, in geringerem Maße als die entsprechenden Achsen der Normalformen mechanisch beansprucht; die freiere Exposition hat jedoch eine Verstärkung der mechanischen Gewebe bei den Alvarformen mit sich geführt. Bei *Pimpinella Saxifraga* treten, wie oben erwähnt, vier ungleichartige mechanische Gewebe im Stamme auf. Dieser complicierte kräftige Bau herrscht indessen nur in den untersten Regionen der Hauptachse der Normalform, die eine viel beträchtlichere Höhe als die der Alvarform erreicht und eine größere Masse von floralen Zweigen, Blättern und fructificativen Organen als diese trägt. In den oberen Internodien der Normalform ebenso wie an sämtlichen Regionen der Alvarform ist nur das peripherische und das nächst dem Centrum placierte Gewebe — das subepidermale Collenchym und das Libriform — mechanisch thätig, die zwei übrigen Gewebe treten nur in der Anlage auf; weil die Mächtigkeit der primären Rinde in den unteren Regionen der Alvarform im Verhältnis zu den entsprechenden Regionen der Normalform erhöht, die des Markes vermindert ist, erhält der Libriformcylinder eine auch relativ mehr centrale Lage in den unteren Internodien der Alvarform als in den entsprechenden Internodien der Normalform. Die hiervon ver-

ursachte Abnahme der Biegungsfestigkeit bei der Alvarform wird teilweise dadurch compensiert, dass das Collenchym bei dieser eine locale Verstärkung erfährt; es tritt nämlich in den unteren Teilen dieser Form als mächtige, hervorragende Leisten, in den unteren Teilen der Normalform hingegen als ein verhältnismäßig dünner, geschlossener Mantel auf. Diese Unterschiede in der Ausbildung des mechanischen Systems in den unteren Internodien der Normalform und der Alvarform entsprechen denjenigen, die zwischen den unteren und den oberen Regionen aufrechter Achsen der Alvarpflanzen im Allgemeinen herrschen (vgl. oben). In der That stimmen in dieser Hinsicht die untersten Internodien der Alvarform mit dem mittleren Internodien der Normalform am meisten überein. Nach oben werden die mechanischen Gewebe allmählich geschwächt, und zwar mit etwa der gleichen Schnelligkeit von den mittleren zu den obersten Regionen der Normalform wie von den untersten zu den obersten Regionen der Alvarform. Mehrere andere mit aufrechten Achsen versehene Alvarpflanzen, bei welchen die habituellen Unterschiede zwischen den Alvar- und den Normalformen analog sind (z. B. *Cynanchum Vincetoxicum*, *Silene nutans*, *Scabiosa Columbaria*), sind in der genannten Hinsicht im großen Ganzen demselben Typus wie *Pimpinella Saxifraga* zuzurechnen. In gleicher Entfernung vom Scheitel der Achse kann der Bau bei beiden Formen ungefähr gleich kräftig oder etwas kräftiger bei der Alvarform sein.

Bisweilen sind die Achsen in sämtlichen Regionen bei der Alvarform schwächer als in den entsprechenden Teilen der Normalform gebaut. Dies ist besonders dann der Fall, wenn die Achsen bei der Alvarform in der Länge beträchtlich reduciert und mehr oder weniger niederliegend, bei der Normalform aber aufrecht oder doch viel freier exponiert sind (die floralen Hauptachsen bei *Plantago major* und *lanceolata*, die vegetativ floralen Hauptachsen bei *Convolvulus arvensis*, *Veronica scutellata* und *serpyllifolia*.

Die untersuchten einjährigen Arten gehören demselben Typus wie *Pimpinella Saxifraga* zu, mit Ausnahme jedoch von *Polygonum aviculare*. Von dieser Art finden sich auf dem Alvar nur niederliegende Formen; keine nennenswerten Unterschiede scheinen zwischen diesen Formen und Normalformen derselben Art mit aufrechten Achsen zu herrschen.

Die Unterschiede, die hinsichtlich der Ausbildung des mechanischen Systems zwischen den Alvarformen und den entsprechenden Normalformen zu finden sind, beziehen sich also nur auf Mächtigkeit und Anbringung der Gewebe und Stärke der Gewebselemente. Wenn ein Gewebe nur bei der einen Form, bezw. zu einer Region der Achsen- oder der Blattorgane nur bei dieser functionsthätig ist, so ist es doch in der entsprechenden Region der anderen Form in seiner Anlage immer zu finden.

Bezüglich der Einzelheiten in der Structur der mechanischen Gewebe der Alvarpflanzen vgl. den speciellen Teil.

Die Ausbildung des mechanischen Systems der vom Lichte ausgeschlossenen Stammteile.

Obschon ich die Ausbildung der mechanischen Gewebe in den Rhizomen und den unterirdischen Ausläufern der Alvarpflanzen nicht eingehender studiert habe, dürfte es doch zweckmäßig sein, im Anschluss an das Vorhergehende folgendes hiervon kurz mitzuteilen.

In den meisten Fällen scheinen die unterirdischen Stammteile der Alvarpflanzen schwächer gebaut als die oberirdischen einer und derselben Art. Bei mehreren Arten fehlt es den beiden Formen an mechanisch thätigen Elementen (z. B. in den Rhizomen von *Silene nutans*, *Plantago maritima*, in den Ausläufern von *Campanula rotundifolia*). In den Rhizomen von *Plantago major* sind die Holzparenchymzellen bei der Alvarform etwas verdickter, aber nicht einmal hier in bemerkenswertem Grade mechanisch thätig. *Plantago lanceolata* besitzt in den Rhizomen der Normalform sehr kräftige mechanische Elemente; die Xylemzone hat hier größtenteils verdickte und verholzte Wände, während die entsprechende Alvarform beträchtlich schwächer gebaut ist. *Festuca *oelandica* besitzt in den Rhizomen einen sehr starken Stereommantel, der doch relativ viel schwächer als im Halme ist. Eine bemerkenswert kräftige Ausbildung der mechanischen Gewebe tritt in den dicken, reich verzweigten Rhizomen bei *Globularia vulgaris* auf. Das Herbstholz der Jahrringe wird zum größten Teile von dickwandigen, libriformartigen, mit Hoftüpfeln versehenen Zellen gebildet. (Von den zwei letztgenannten Arten habe ich nur die xerophilen Formen zu untersuchen Gelegenheit gehabt.)

Die leitenden Gewebe.

Der Verlauf und der specifische Bau der Mestomstränge sind bei jeder Art zunächst ein Ausdruck des phylogenetischen Entwicklungsganges: sie scheinen in noch unerheblicherem Grade als die allgemeine Structur der mechanischen Gewebe von der directen Einwirkung der klimatischen Verhältnisse abhängig zu sein. Bei den Alvarpflanzen sind auch in dieser Hinsicht eine Menge verschiedener Typen und Modificationen zu finden. Weil das Zusammenstellen dieser Typen aus den oben erwähnten Gründen von wenig oder gar keiner Bedeutung für die hier vorliegenden Fragen ist, verweise ich bezüglich des Verlaufes etc. der Mestomgewebe auf den speciellen Teil.

Die Unterschiede aber, welche die leitenden Gewebe in Betreff ihrer Mächtigkeit und der Ausbildung ihrer Elemente bei den Alvarformen einerseits, den Normalformen andererseits zeigen, scheinen in directer ursächlicher Verbindung zu stehen mit der verschieden großen Menge, bezw. den verschiedenen Größenverhältnissen derjenigen Organe und Gewebe, zu denen die Leitung vor sich geht, und welche je nach ihrer verschiedenen

Dichtigkeit und Flächenausdehnung einer mehr oder weniger lebhaften Transpiration ausgesetzt sind. Infolge dar Reduction sämtlicher oberirdischer vegetativer Organe der Alvarformen werden die Ansprüche an eine schnelle und reichliche Leitung von Baustoffen vermindert, woraus eine wenigstens absolut verminderte Mächtigkeit der leitenden Gewebe sowie eine Verkleinerung der Lumina ihrer Elemente bei den Alvarformen im Vergleich mit den entsprechenden Normalformen folgt. Die durch die klimatischen Verhältnisse bei den Alvarformen erhöhte Transpirationsenergie wirkt freilich in entgegengesetzter Richtung, wird aber andererseits durch die oben erwähnten Anordnungen zur Verminderung derselben herabgesetzt. Die fructificativen Organsysteme sind bei den meisten Alvarformen, im Vergleich mit den vegetativen, reichlicher als bei den entsprechenden Normalformen entwickelt. Auch wenn die fructificativen Achsen bei jenen Formen in Anzahl und Länge reduciert sind, scheinen nämlich die einzelnen floralen Blattorgane im Allgemeinen die gleiche Größe bei jenen wie bei diesen zu erreichen [1], während sämtliche vegetativen Organe bei den Alvarformen mehr oder weniger reduciert sind. Der relativ größere Reichtum der fructificativen Organe bei den Alvarformen stellt also ihrerseits erhöhte Ansprüche an die relative Massenentwicklung der leitenden Gewebe und an die Weite der einzelnen Leitungsbahnen, der Gewebselemente. Diese sämtlichen einander teilweise entgegenwirkenden Factoren haben bezüglich der Ausbildung der Leitungsgewebe als Endresultat gewisse Unterschiede zwischen den verschiedenen Standortsformen bewirkt, die bei verschiedenen Arten freilich etwas ungleichartig sind, im Allgemeinen aber in derselben Richtung gehen.

In den Blattspreiten sind keine bemerkenswerten Unterschiede zwischen den verschiedenen Formen einer und derselben Art zu finden. In den Blattstielen und -scheiden sind die Gefäßbündel bei der Normalform absolut mächtiger und die einzelnen Elemente, besonders die Gefäße haben bei dieser größere Lumina. Dies ist insbesondere von der beträchtlich reducierten Länge der Stiele und von der Verkleinerung der Blattspreite bei der Alvarform abhängig. Im Verhältnis zum ganzen Querschnitt nehmen die Leitungsstränge hier etwa das gleiche Volumen bei beiden Formen ein.

Die Achsen verhalten sich im großen Ganzen gleichartig wie die Blattstiele und Blattscheiden. Sowohl der Leptom- wie der Hadromteil der Gefäßbündel ist bei beiden Formen relativ ungefähr gleich mächtig, aber

1) Es giebt nach dem, was ich habe finden können, nur wenige Ausnahmen hiervon. Das deutlichste Beispiel von reducierten floralen Blattorganen liefert *Campanula rotundifolia*, die auf dem Alvar mit sehr winzigen (in der Größe doch recht wechselnden) Blüten auftritt. — Auch von anderen xerophilen Vegetationsgebieten liegen bezüglich des floralen Systemes Angaben vor, aus welchen es hervorgeht, dass dieses, im Gegensatze zu den vegetativen Teilen, hinsichtlich der Ausbildung der Blattorgane (der Größe der Blüten etc.) keiner Reduction unterworfen ist.

mit Hinsicht der größeren Dicke der Internodien bei den Normalformen absolut mächtiger bei diesen. Nur ausnahmsweise, wie bei *Veronica scutellata*, sind sie auch absolut mächtiger in den entsprechenden Internodien (z. B. unmittelbar unterhalb des Blütenstandes) der Alvarform. Die einzelnen Elemente, besonders die Gefäße, haben, wie es scheint, ohne Ausnahme bei der Normalform größere Lumina. Die Mestomstränge sind bei den Alvarformen auch relativ dem Centrum mehr genähert. (Auf dieselbe Weise verhalten sich die unteren Internodien im Vergleich zu den oberen bei ein und demselben Individuum sowohl der einen wie der anderen Form.) — Die unterirdischen Stammteile verhalten sich in den untersuchten Fällen wie die oberirdischen.

Die Ausbildung des centralen Grundgewebes; die Ausdehnung desselben im Verhältnis zu den übrigen Geweben.

Von sämtlichen Geweben verhält sich, wie man a priori erwarten darf, das Mark, bezw. der innerhalb der Gefäßbündel liegende Teil des Grundgewebes hinsichtlich der Reaction gegen die äußeren Factoren am meisten passiv. Eine durchgehende Erscheinung ist das verkleinerte Volumen der Markzellen und insbesondere ihre Abnahme in longitudinaler Richtung bei den Alvarformen, was natürlich von der geringeren Wachstumsgeschwindigkeit der Internodien zumal in dieser Richtung abhängig ist. Das Mark — wie auch der innere Teil der primären Rinde — schließt bei den Alvarformen im Allgemeinen eine reichlichere Menge von Reservestoffen (vorzugsweise Stärke, wie auch Drüsen von Kalkoxalat) als bei den entsprechenden Normalformen ein.

Die Mächtigkeit des Markes ist bei den Alvarformen zufolge der Dickenabnahme der Internodien beträchtlich reduciert; dazu kommt eine fernere Reduction im Verhältnis zur Ausdehnung der übrigen Gewebe. Auch von den unteren in der Richtung nach den oberen Regionen ein und desselben Individuums sämtlicher Formen ist das Mark einer entsprechenden Reduction unterworfen.

Als allgemeine Regel gilt also, dass von den unteren nach den oberen Internodien bezw. Regionen der vegetativen und vegetativ floralen Achsen der innere Teil des Grundgewebes, das Mark, der größten und schnellsten Reduction unterworfen ist und sowohl in relativer als absoluter Mächtigkeit abnimmt, während, wie oben erwähnt, der äußere Teil des Grundgewebes, die primäre Rinde, nach oben in relativer und oft auch in absoluter Mächtigkeit zunimmt. Die stützenden und leitenden Gewebe verhalten sich bei den verschiedenen Arten auf verschiedene Weise, im Allgemeinen aber mehr oder weniger intermediär, insofern sie in sämtlichen Regionen eine relativ etwa gleich große Ausbreitung besitzen. — Die leitenden Gewebe werden in den oberen Teilen immer näher am Centrum angebracht, von den Stützgeweben wird nach oben ein Teil dem Centrum, ein anderer

Teil der Peripherie genähert. Wie die unteren Achsenregionen bezüglich der Ausdehnung der Gewebe sich zu den oberen verhalten, so verhalten sich auch im großen Ganzen die Achsenregionen der Normalformen zu den entsprechenden Teilen der Alvarformen ein und derselben Art. Die Unterschiede zwischen den Standortsformen sind in den unteren Teilen am größten, nach oben werden sie immer mehr ausgeglichen. Auch in den nächst unter dem floralen Teil gelegenen Regionen können sie doch recht deutlich sein.

Specieller Teil.

Bellis perennis L.

Die Alvarform bei Borgholm, die Normalform bei Kopenhagen eingesammelt.

Morphologie der Blätter. Die Spreiten können doppelt so lang und noch etwas breiter bei der Normalform sein; die Dicke ist bei beiden Formen gleich, oder wenigstens nur unerheblich größer bei der Normalform. Die Blattstiele, besonders die der inneren Rosettenblätter, sind oft mehrere Male so lang bei dieser Form wie bei der Alvarform; sie erreichen bei der Alvarform in medianer Richtung wenig mehr als die halbe Dicke wie bei der Normalform, sind aber bei beiden Formen ungefähr gleich breit.

Morphologie der Achsen. Die Blütenstandsstiele sind bedeutend länger, aber nur ein wenig dicker bei der Normalform. Die Rhizome sind gröber bei dieser.

Anatomie der Blätter. 1. Die Spreiten der Rosettenblätter. Die Behaarung verhält sich bei beiden Formen ungefähr gleich. — Die Epidermiszellen der oberen Seite sind etwas größer bei der Normalform; die der Unterseite sind gewöhnlich bei beiden Formen gleich groß, und ein wenig kleiner als die der Oberseite. Die Außenwände sind bei beiden kaum 3 μ dick. Die Seitenwände der oberen Epidermis sind bei der Alvarform ziemlich unbedeutend, bei der Normalform schärfer wellig. Die untere Epidermis hat bei beiden Formen stark wellige Seitenwände. — Die Spaltöffnungen der Oberseite sitzen bei der Alvarform ein wenig dichter, die der Unterseite bei beiden Formen ungefähr gleich dicht. Die Spalten sowohl der Ober- als der Unterseite sind bei beiden Formen in allen möglichen Richtungen orientiert und im Niveau der Epidermisoberfläche belegen. — Sowohl die Normal- als die Alvarform hat nur eine einzige Palissadenschicht. Die Intercellularräume des Schwammparenchyms sind bei keiner von beiden besonders groß. — 2. Die Stiele der Rosettenblätter. Die Epidermisaußenwände sind bei beiden Formen gleich dick, nur ein wenig dicker als in der Blattspreite. Bei der Alvarform sind ein paar subepidermale Schichten des medianen Teils der Unterseite,

samt den Innenwänden der Epidermis collenchymatisch verdickt; der Normalform mangelt es an collenchymatischer Verdickung. — Im übrigen finden sich keine bemerkenswerten Structurverhältnisse bezw. Verschiedenheiten in dem Bau der Blattstiele der beiden Formen.

Anatomie der Achsen. 1. Blütenstandsstiele. Die größere Dicke der Blütenstandsachsen der Normalform wird beinahe ausschließlich vom Mark bewirkt; die Rinde ist nämlich wenig oder gar nicht dicker als bei der Alvarform. — Die Rinde ist nur in geringem Grade assimilierend. — Beide Formen haben einen zusammenhängenden, mit sehr schwach verdickten Zellenwänden versehenen und infolge dessen nur unerheblich wirksamen mechanischen Mantel. — 2. Die Rhizome. Der Bau derselben ist bei den Formen in der Hauptsache derselbe. Das Hadrom scheint doch bei der Alvarform relativ etwas mächtiger zu sein.

Die äußeren habituellen Verschiedenheiten zwischen den genannten Formen dieser Art sind also verhältnismäßig groß, der innere Bau aber ziemlich gleich. Die Compositen scheinen sonst im Allgemeinen auch mit Hinsicht des inneren Baues gegen veränderte Standortsverhältnisse mehr oder minder kräftig zu reagieren. (Vgl. Vesque, II. S. 219).

Scabiosa Columbaria L.

Die Alvarform vom Alvar Borgholms, die Normalform von der Schlossruine bei Borgholm.

Morphologie der Blätter. Die Blätter der Alvarform sind zum größten Teil nahe an der Erde gesammelt und gelappt (die untersten, zur Erde niedergedrückten, bisweilen ungeteilt). Das oberste Blattpaar ist bei dieser Form gewöhnlich nur einige Centimeter über dem nächst unteren, und ziemlich weit unterhalb der Mitte der vegetativ-floralen Hauptachse befestigt. Die Blätter sind desto schmaler gelappt, je höher sie sitzen. Die Seitenlappen der obersten Blätter sind oft ganz oder beinahe ganz reduciert. Die Normalform hat mehr ausgebreitete Blattflächen, die Spreiten sind hier auch höher an der vegetativ-floralen Hauptachse dünner und die Internodien länger als bei der Alvarform. Eine relativ geringere Anzahl Blätter ist bei der Normalform grundständig. Die ungelappten Blätter sind verhältnismäßig zahlreicher als bei der Alvarform. (In anderen xerophilen Gegenden, auf Gotland, sind doch bisweilen die grundständigen Blätter größtenteils ungelappt). Das dem Blütenstande am nächsten gelegene Internodium ist hier relativ viel kürzer, absolut aber ein wenig länger als bei der Alvarform.

Morphologie der Achsen. Die Hauptachse der Normalform ist höher, mehr verzweigt, mit längeren und mehreren Internodien versehen und in den unteren Teilen dicker als die der Alvarform.

Anatomie der Blätter. Auf beiden Seiten der Blätter finden sich teils lange, spitze, einzellige, dickwandige Haare, teils Colleteren. Sie sitzen

bei der Alvarform etwas dichter. — Die Epidermiszellen der ungelappten Blätter haben auf beiden [Seiten wellige Radialwände. Die breitlappigen Blätter haben schwächer wellige Seitenwände, die auf den oberen, schmallappigen Blättern allmählich zu geraden übergehen. — Die Spaltöffnungen der ganzen und der breitlappigen Blätter sind in keiner bestimmten Richtung orientiert. Je schmaler die Lappen, desto deutlicher sind die Spalten in deren Längsrichtung gestreckt. Die Spaltöffnungen sitzen in den oberen, schmaler gelappten Blättern am dichtesten. — In den unteren breiter gelappten und in den ganzen Blättern ist typisches Palissadengewebe nur bei der Alvarform, und bei dieser nur in der Oberseite entwickelt; bei den entsprechenden Blättern der Normalform sind die Assimilationszellen der Oberseite ungefähr isodiametrisch. Die Unterseite dieser Blätter hat bei den beiden Formen typisches Schwammparenchymgewebe. Die schmaler gelappten Blätter haben Palissadenparenchym auf beiden Seiten entwickelt. Bei der Normalform ist es mehr typisch und kräftig auf der Oberseite, bei der Alvarform auf beiden Seiten vollkommen typisch, mit derselben Mächtigkeit. Gewöhnlich besteht es auf jeder Seite aus drei Schichten, von einem schmalen Bande Schwammparenchymzellen getrennt. Die Palissadenzellen sind bei der Alvarform länger, aber ungefähr gleich breit wie die der mit gleich breiten Lappen versehenen Blätter der Normalform. Die Alvarform hat auf jeder Seite gewöhnlich drei nicht scharf getrennte Palissadenschichten, die Normalform oft nur zwei, auf der Unterseite sogar nur eine. Infolge der größeren Mächtigkeit des Palissadengewebes bei der Alvarform sind die Blattlappen hier viel dicker als bei der Normalform. — Kalkoxalatdrusenbehälter treten bei der Alvarform auf beiden Seiten der gelappten Blätter, nächst unter der Epidermis, recht zahlreich auf. Bei der Normalform sind sie seltener wahrgenommen.

Anatomie der Achsen. Die Haare sind einzellig, dickwandig, lang und spitz und treten am zahlreichsten in den oberen Regionen auf. — Die Epidermiszellen der unteren Internodien sind bei der Alvarform mehr oder minder isodiametrisch oder wenig in der Längenrichtung des Stammes gestreckt; bei der Normalform sind sie größer und ein wenig mehr in der Längenrichtung gestreckt. — Die Spaltöffnungen sind wenigstens beinahe in der Längenrichtung des Stammes orientiert; sie sitzen bei der Alvarform dichter. — Unter der Epidermis liegt eine einfache, sich ringsum erstreckende Schicht collenchymatisch verdickter Zellen. — Die zunächst innerhalb dieser befindlichen Schichten sind chlorophyllführend; die innersten Rindenschichten sind nicht assimilierend. Sämtliche Rindenparenchymzellen sind in der Längenrichtung des Stammes gestreckt. Der assimilierende Teil der Rinde ist, sowohl absolut als relativ genommen, bei der Alvarform mächtiger entwickelt, und besteht hier aus einer größeren Anzahl Schichten mit auf Querschnitten weiter, in der Längenrichtung

minder gestreckten Zellen. Bisweilen sind sie bei der Alvarform sogar beinahe isodiametrisch. Bei beiden Formen sind sie auf dem Querschnitt gerundet, mit ziemlich kleinen Zwischenräumen. Das chlorophyllführende Gewebe ist bei der Alvarform rings um den Stamm ausgebreitet, bei der Normalform ist es stellenweise von ein wenig collenchymatisch verdickten Zellenschichten unterbrochen. — Bast tritt bei keiner der Formen auf. — Innerhalb des zusammenhängenden Leptomcylinders liegt ein kräftiger, mechanischer Mantel von dickwandigem Libriform, von einfachen Reihen von Markstrahlenzellen durchbrochen. Im Libriform kommen netzartig verdickte Gefäße einzeln vor. Die primären Gefäßbündel liegen auf der Innenseite dieses Mantels eingebettet. Hinsichtlich des Baues der Leptom- und Xylemelemente unterscheiden sich die beiden Formen nicht merkbar. So sind auf entsprechender Höhe des Stammes die Weite der Gefäße und die Wanddicke der Xylemelemente bei den beiden Formen ungefähr die gleiche. — Das bisweilen hohle Mark ist bei der Alvarform mit Drusen von Kalkoxalat reichlich versehen; solche treten bei der Normalform nur spärlich auf. Der äußere Teil des Markes ist dickwandiger als der innere.

Die Hauptachse der Normalform trägt zufolge ihrer größeren Verzweigung eine bedeutend schwerere Last als die beinahe einfache Hauptachse der Alvarform. In Übereinstimmung hiermit ist sie in entsprechenden Teilen bei jener bedeutend dicker. An diesem Zunehmen der Dicke beteiligen sich sämtliche Gewebe in verhältnismäßig gleich hohem Grade, oder das Mark etwas mehr, die Rinde etwas weniger als die übrigen Gewebe. Nach den oberen Teilen zu werden bei den Formen die Verschiedenheiten in der Dicke mehr ausgeglichen, und der Bau mehr gleichartig.

Asperula tinctoria L.

Die Alvarform vom Alvar Borgholms, die Normalform vom westlichen »Landtborg« bei Borgholm.

Morphologie der Blätter. Die Blätter sind bei der Alvarform in der Dicke ein wenig, in der Breite aber bedeutend mehr reduciert.

Morphologie der Achsen. Die Internodien sind bei der Alvarform kürzer und schmäler. Diese ist mehr niederliegend als die Normalform.

Anatomie der Blätter. 1. In den rein vegetativen Regionen. Die Epidermiszellen sind auf beiden Seiten und bei den beiden Formen ungefähr gleich groß. Die Außenwände sind nicht sonderlich (3—5 μ) dick; am stärksten sind sie an den Blatträndern und etwas dicker auf der oberen als auf der unteren Seite. Was die Dicke der entsprechenden Teile der Blätter betrifft, scheint kein Unterschied zwischen den beiden Formen zu herrschen. Die Cuticularstreifen laufen der Längsrichtung des Blattes parallel; bei der Alvarform treten sie schärfer hervor. Die Epidermiszellen der Oberseite sind bei der Normalform, über dem

Mittelnerven ausgenommen, in keiner besonderen Richtung gestreckt; sie haben bei dieser Form sehr wellige Seitenwände. Bei der Alvarform sind diese hingegen nur schwach wellig oder sogar gerade; von der Oberfläche gesehen sind die Zellen hier mehr oder minder quadratisch mit longitudinal und transversal gerichteten Seitenwänden; über dem Mittelnerven (bisweilen auch über dem Mesophyll) sind sie von der Oberfläche gesehen rektangulär. Die Unterseite verhält sich bei der Alvarform wie die Oberseite derselben Form; die Unterseite der Normalform hat ungefähr das gleiche Aussehen, wie dieselbe Seite der Alvarform; die Seitenwände derselben sind jedoch etwas welliger. — Die Spaltöffnungen sind bei den beiden Formen auf beiden Seiten des Blattes zahlreich. Die der Unterseite sind relativ ungefähr gleich zahlreich bei beiden, die der Oberseite bei der Alvarform etwas zahlreicher. Die Spalten sind bei der Alvarform auf beiden Seiten, deutlicher jedoch auf der Unterseite, vorzugsweise in der Längsrichtung des Blattes orientiert, bei der Normalform liegen sie in allen möglichen Richtungen. — Palissadengewebe ist auf beiden Seiten der Blätter ausgebildet. Auf der Oberseite und an den Kanten, wo dasselbe am typischsten entwickelt ist, besteht es aus 2 bis 3 Schichten mit dicht stehenden Zellen. Die Unterseite hat gewöhnlich nur 2 Palissadenschichten, deren Zellen dünner als auf der Oberseite stehen. — Raphidenbehälter sind im Mesophyll der beiden Formen ziemlich reichlich zerstreut. Ein Unterschied hinsichtlich der Ausbildung des assimilierenden Gewebes konnte bei den Formen nicht wahrgenommen werden. — Mechanische Elemente sind in den Blättern nicht entwickelt. (Auf der Oberseite eines Blattes der Normalform sah ich jedoch 3 dickwandige verzweigte Stützzellen.) — 2. Die Blätter der vegetativ-floralen Region. Die kleinen, hoch oben im Blütenstand sitzenden Stützblätter der Normalform nähern sich betreffs des Baues der Epidermis in etwas den vegetativen Blättern der Alvarform, da nämlich die Zellen der Oberseite, von der Oberfläche gesehen, mehr oder weniger quadratisch und mit in der Längs- und in der Querrichtung gestreckten, weniger scharf welligen Wänden versehen sind. Die Spaltöffnungen liegen aber, wie bei den vegetativen Blättern der Normalform, in keiner bestimmten Richtung. — Das Mesophyll ist bei beiden Formen centrischer gebaut in den floralen Stützblättern als in den vegetativen Blättern, und die Blätter unterscheiden sich in diesen Regionen bei beiden Formen noch weniger als in den vegetativen Regionen. — Sämtliche Blätter sind an den Kanten rauh, im übrigen glatt.

Anatomie der Achsen. Die Außenwände der Epidermiszellen in den unbehaarten, oberirdischen Teilen der vegetativ-floralen Hauptachsen sind in den entsprechenden Regionen bei der Alvarform dicker, als bei der Normalform. Bei der Alvarform nimmt die oft von einem roten Farbstoff imprägnierte Cuticula beinahe die Hälfte von der Dicke der ganzen Außenwand, bei der Normalform einen bedeutend kleineren Teil

ein; die Dicke der ganzen Außenwand ist bei der Alvarform 8—11 μ, bei der Normalform beinahe 8 μ. Die Epidermiszellen der beiden Formen sind in der Längsrichtung des Stammes gestreckt; die Seitenwände sind nicht unduliert. — Die Spaltöffnungen sind in der Längsrichtung orientiert und sitzen bei beiden Formen ungefähr gleich dicht (in längeren Internodien gewöhnlich dünner). — Das Assimilationsgewebe hat bei den beiden Formen einen sehr eigentümlichen Bau. Unter der Epidermis liegt eine einfache Schicht chlorophyllführender, etwas schwammparenchymartiger, gewöhnlich in der Längsrichtung des Stammes, bisweilen mehr in tangentialer, nie aber in radialer Richtung gestreckter Zellen. Zwischen den Zellen sind recht große Lufträume vorhanden. Unter dieser Schicht liegt das Palissadengewebe, das gewöhnlich zwei scharf markierte Schichten mit bei beiden Formen oft schief gestellten Zellen bildet. Die äußere Schicht dieses Palissadengewebes hängt nur an wenigen Stellen mit der subepidermalen Schicht zusammen, weshalb weit ausgebreitete Lufträume außerhalb des Palissadengewebes gebildet werden. Bisweilen hängen die subepidermalen Zellen mit den darunter gelegenen nur in den vier Collenchymsträngen zusammen. Das Palissadengewebe wird nach innen zu von einer einfachen Schicht mehr oder weniger isodiametrischer, an die Gefäßbündelscheide sich anschließender, chlorophyllführender Zellen begleitet. Der Bau des Assimilationsgewebes, wenigstens der höheren Internodien ist bei beiden Formen ungefähr derselbe. — Die Collenchymstränge treten bei keiner der Formen besonders scharf hervor. — Der Gefäßbündelcylinder unterscheidet sich bei den beiden Formen nur dadurch, dass die Gefäße in den entsprechenden Regionen des Stammes bei der Normalform weitere Lumina als bei der Alvarform besitzen.

In den Blütenstandsachsen höherer Ordnung haben die Gewebe bei den beiden Formen ungefähr die gleiche relative Ausbreitung; absolut genommen sind sie infolge der dünneren Achsen der Alvarform bei dieser weniger ausgedehnt als bei der Normalform. Nach den unteren Internodien der Hauptachse zu nimmt an Umfang bei beiden Formen das Mark am schnellsten, Holz und Leptom in geringerem Grade zu; die chlorophyllführende Rinde ist sogar in den untersten Internodien nicht oder doch nur wenig mächtiger als in der floralen Region. Diese Veränderungen erfolgen bei den beiden Formen mit ungefähr derselben Schnelligkeit von den oberen nach den unteren Internodien hin. Weil die Normalform mehr Internodien als die Alvarform hat, wird also in den untersten Internodien der Alvarform das Mark relativ weniger mächtig als in den untersten Internodien der Normalform, während die übrigen Gewebe, besonders die chlorophyllführende Rinde, in entgegengesetzter Weise sich verhalten.

Campanula rotundifolia L.

Die Alvarformen bei Skogsby und Resmo, die Normalform bei Upsala eingesammelt.

Morphologie der Blätter. Die Blatthälften der langgestreckten, schmalen Blätter sind bei beiden Formen etwas gegen einander umgefaltet. Bei der Alvarform sind diese Blätter in der Länge und in der Breite erheblich, in der Dicke aber verhältnismäßig sehr wenig reduciert; die Dicke verhält sich in der Mitte des Blattes der Alvarform zur Breite ungefähr wie 1 zu 3, während die Breite bei der Normalform die Dicke mehrmals übertrifft. Auch die gerundeten Blätter sind hinsichtlich der Oberflächengröße bei der Alvarform bedeutend reduciert; die Dicke ist hingegen hier bei der Alvarform etwas größer. Sie sind bei beiden Formen viel dünner als die langgestreckten Blätter. Die gerundeten Blätter der Alvarform sind mehr gegen den Boden niedergedrückt.

Morphologie der Achsen. Die Achsen sind in den entsprechenden Regionen bedeutend dicker bei der Normalform. Sowohl die unter- als auch die oberirdischen Internodien sind bei den Alvarformen in der Länge sehr reduciert, weshalb die letztgenannten Formen dichter sitzende Blätter und einen mehr rasenartigen Wuchs haben.

Anatomie der Blätter. 1. Die gerundeten Blätter. Die Epidermiszellen sind auf dem Querschnitte überall beinahe gleich und haben bei allen Formen dünne Wände. Die Zellen der Oberseite sind von der Oberfläche gesehen polygonal, die Seitenwände der Zellen der unteren Seite sind dagegen wellig; über dem Nerven sind sie jedoch auf beiden Seiten geradwandig und in der Längsrichtung gestreckt. — Die Spaltöffnungen sind bei allen Formen auf beiden Seiten dichtsitzend; die Spalten sind in keiner bestimmten Richtung orientiert. Palissadenparenchym ist nur an der oberen Seite und zwar nur bei den Alvarformen entwickelt; es ist hier durchaus typisch, mit nicht schief gestellten Zellen, und besteht aus drei nicht scharf markierten, etwas mehr als die Hälfte der Querschnittsdicke einnehmenden Schichten. — 2. Die langgestreckten Blätter. Die Außenwände der Epidermiszellen sind bei beiden Formen in den Blattkanten und über dem Mittelnerven conisch ausgebuchtet, sonst eben oder schwach ausgebuchtet. Sie sind bei beiden Formen überall sehr dünn — kaum 3 μ. — Spaltöffnungen treten auf beiden Seiten der Blätter beider Formen auf, die Spalten sind hinsichtlich der Richtung regellos. — Das Palissadenparenchym nimmt bei beiden Formen ungefähr die Hälfte der Querschnittsdicke ein und ist von zwei nicht scharf getrennten Schichten, deren Zellen etwas schief und sehr dicht gestellt, bei beiden Formen gleich breit, aber bei der Alvarform etwas kürzer sind, gebildet. Das Schwammparenchym der Normalform hat kleine Intercellularräume; die meisten Zellen der der Epidermis der Unterseite am nächsten liegenden Schicht

sind in verticaler Richtung gegen die Epidermis ein wenig gestreckt und dichtsitzend; es tritt also ein deutlicher Übergang zum Palissadenparenchym auf der Unterseite dieser Blätter hervor. Die Schwammparenchymzellen der Alvarformen sitzen noch dichter und sind noch deutlicher palissadenförmig als die der Normalform.

Anatomie der Achsen. Die Haare sind conisch, dickwandig, warzig und treten am reichlichsten an den näher am Boden befindlichen Internodien auf. In den letztgenannten Regionen sind die Achsen folgendermaßen gebaut. Die Außenwände der Epidermiszellen der Alvarformen kaum 6 μ, die der Normalform etwas dicker; die Zellen sind bei den Alvarformen kleiner. — Spaltöffnungen finden sich bei beiden Formen. — Die Zellen des assimilierenden Rindenparenchyms sind bei der Normalform gewöhnlich tangential gestreckt, bisweilen auf dem Querschnitte mehr abgerundet und auf dem Längsschnitt in der Längenrichtung des Stammes etwas ausgezogen; die Palissadenform ist aber nicht einmal angedeutet. Bei der Alvarform sind sie gewöhnlich mehr oder weniger isodiametrisch, bisweilen, besonders dicht unter den Blattinsertionen, etwas palissadenförmig. — Die Zellen der Gefäßbündelscheide sind bei der Normalform größer und mehr in tangentialer Richtung gestreckt. — Collenchymbündel laufen bei allen Formen innerhalb der Epidermis, bilden aber keine hervorstehende Kanten. Bast fehlt. — Die Gefäßbündel sind bei allen Formen durch secundäre Leptom- und Holzteile miteinander verbunden. Die letztgenannten bestehen größtenteils aus mechanischem, dickwandigem Parenchym, dessen Wände viel dicker bei den Alvarformen sind. — Die erhöhte Dicke des Stammes bei der Normalform wird vorzugsweise durch das Mark bewirkt; die außerhalb des Gefäßbündelmantels liegenden Gewebe sind hingegen hier nur wenig mächtiger als bei den Alvarformen. Der Gefäßbündelmantel liegt also bei der Normalform viel, bei den Alvarformen nur unbedeutend näher an der Peripherie als am Centrum.

In Betreff des anatomischen Baues der unterirdischen Stammteile habe ich keine Unterschiede zwischen den Formen gefunden. Hinsichtlich des allgemeinen Baues dieser Teile von *C. rotundifolia* vgl. De Bary (I).

Convolvulus arvensis L.

Die Alvarform in Kalkrissen sehr spärlich und kümmerlich bewachsener Ebenen bei Hulterstad, die Normalform in Äckern bei Hulterstad eingesammelt.

Morphologie der Blätter. Die Oberfläche der Spreiten ebenso wie die Länge und Dicke der Blattstiele sind bei der Alvarform sehr reduciert. Die Dicke der Spreiten der Alvarform verhält sich zu der der Normalform ungefähr wie 5 zu 4.

Morphologie der Achsen. Die vegetativen Achsen der Alvarform sind auf den nackten Kalkfelsen ganz niederliegend. Die Internodien sind

kürzer und schmäler bei der Alvarform; die Blätter sind jedoch auch bei dieser Form ziemlich dünn sitzend.

Anatomie der Blätter. Die Außenwände der Epidermiszellen sind bei beiden Formen sehr dünn. — Die beiderseits auftretenden Spaltöffnungen sitzen bei der Alvarform dichter. — Palissadenparenchym ist bei den beiden Formen sowohl auf der Ober- als auch auf der Unterseite entwickelt. Oberseits, wo es typischer ist, wird es von zwei ziemlich scharf markierten Schichten gebildet. Die Unterseite hat drei bis vier nicht so scharf markierte Schichten; auf dieser Seite sitzen die Zellen mehr dünn und sind weniger in die Länge gezogen; stellenweise erhält das Gewebe dieser Seite mehr das Aussehen von Schwammparenchym. Das Schwammparenchym ist gewöhnlich nur sehr schwach angedeutet; die Palissadenparenchymgewebe der beiden Seiten stoßen gewöhnlich in der Mitte des Blattes aneinander. Die Palissadenzellen sind bei der Alvarform viel länger, aber nur wenig breiter als bei der Normalform. Die vergrößerte Blattdicke der Alvarform wird durch das Längenwachstum der Palissaden bewirkt. — Der Mittelnerv ist mächtiger bei der Normalform. Die Gefäße sind hier weiter und die Holzelemente dickwandiger als bei der Alvarform.

Anatomie der Achsen. Die Außenwände der Epidermiszellen sind sehr dick, und bei beiden Formen ungefähr gleich dick (8,5—11 μ), in den Riefen etwas dicker als an den übrigen Stellen. — Die Zweige sind bei beiden Formen mit ziemlich weit hervorstehenden Riefen versehen. Bei der Normalform werden diese Riefen größtenteils von einem collenchymatisch verdickten Gewebe gebildet; zwischen diesem und der Epidermis finden sich zwei bis drei Schichten assimilierender Zellen, die in der Längenrichtung des Organes gestreckt und auf dem Querschnitt abgerundet sind. Dieses assimilierende Gewebe ist bei der Alvarform, auf Kosten des unterliegenden Collenchyms, bedeutend mächtiger entwickelt. Die assimilierenden Zellen dieser Form haben außerdem hier eine typische Palissadenform; auch hier bilden sie zwei bis drei Schichten, die weniger scharf markiert sind als auf den entsprechenden Stellen der Normalform. Das innerhalb dieser Schichten auftretende Collenchym ist bei der Alvarform nur angedeutet. Das assimilierende Gewebe setzt sich in den zwischen den Riefen liegenden Teilen bei beiden Formen fort, aber auch hier nur bei der Alvarform palissadenförmig entwickelt. Das Collenchym ist auch in diesen Teilen mächtiger bei der Normalform. — Bei beiden Formen bildet der Bast zwischen der Gefäßbündelscheide und dem Leptom einen wenig unterbrochenen Mantel, der bei der Alvarform gewöhnlich überall einschichtig, bei der Normalform einschichtig, stellenweise zweischichtig ist. Die Lumina der Bastzellen sind besonders bei der Normalform weit. Bei dieser Form sind die Wände unregelmäßiger, bisweilen buchtig. Die Bastzellen der Alvarform sind auf dem Querschnitt regelmäßiger in tangentialer Richtung gestreckt. — Beide Formen haben einen zusammenhängenden Hadrommantel, und einen außerhalb

desselben gelegenen, auch zusammenhängenden Leptommantel; innerhalb des Hadrommantels tritt das Leptom in getrennten Strängen auf. Sowohl die Leptom- als die Hadromelemente sind bedeutend weiter bei der Normalform. — Die Achsen sind, wie schon erwähnt, viel schmaler bei der Alvarform; die Riefen ragen jedoch bei dieser beinahe gleich stark hervor, wie bei der Normalform. Der Gefäßbündelmantel der Normalform liegt näher an der Peripherie als am Centrum, der der Alvarform etwas näher am Centrum als an der Peripherie, und von den Riefen relativ weit entfernt. Das Mark hat infolgedessen bei der Alvarform einen sehr kleinen Umfang. Der centrale Teil des Markes der unteren Internodien ist bei beiden Formen resorbiert. Der Gefäßbündelmantel hat eine im Verhältnis zu den übrigen Geweben viel größere Ausdehnung bei der Alvarform.

Mentha arvensis L.

Die Alvarform — f. *riparia* Fr. — aus Resmo, die Normalform aus Kalmar.

Morphologie der Blätter. Sämtliche Blattteile sind bei der Alvarform reduciert; nur die Dicke der Spreiten dieser Form übertrifft die der Normalform ein wenig. Die Spreiten der Alvarform sind beinahe senkrecht nach unten gerichtet mit über dem Mittelnerven aufgerichteten Seitenhälften, die der Normalform stehen mehr horizontal mit beinahe in derselben Ebene liegenden Seitenhälften. Die Unterseite der Blätter ist bei der Alvarform stärker rot gefärbt als bei der Normalform.

Morphologie der Achsen. Die vegetativ floralen Achsen der Alvarform sind mehrere Male kürzer mit kürzeren, schmäleren und weniger zahlreichen Internodien als die der Normalform. Die Ausläufer scheinen bei jener Form in den älteren Teilen schneller als bei dieser zu vertrocknen; im gewöhnlichsten Falle besteht bei der Alvarform infolge dessen jedes einzelne Individuum aus einem einzelnen, aufrechten, vegetativ floralen Sprosssystem, mit einem oder zwei Ausläufern verbunden.

Anatomie der Blätter. Die Außenwände der Epidermiszellen sind bei beiden Formen dünn, an der oberen Seite bei *riparia* ein wenig dicker als bei der Normalform. Das Palissadenparenchym ist sehr typisch entwickelt und besteht aus einer einfachen Schicht langer und schmaler Zellen, die bei beiden Formen ungefähr gleich breit sind, deren Länge aber bei der Normalform kaum $^2/_3$ der bei *riparia* misst. Die der Normalform nehmen die Hälfte oder etwas mehr, die der Alvarformen beinahe $^2/_3$ von dem Durchschnitt des Blattes ein. Das Schwammparenchym hat recht dicht sitzende Zellen und sieht bei beiden Formen ungefähr gleich aus. Die Palissadenzellen der *riparia* sind schief gestellt, weshalb das stärkste Licht wegen der Stellung der Blatthälften denselben beinahe parallel auffällt. Die Palissaden der Normalform sind senkrecht gegen die Epidermis gerichtet, nur nach den Blattkanten zu nehmen sie eine sehr wenig schiefe

Stellung ein; die Blatthälften dieser Form sind nur in den Kanten schwach nach oben gebogen.

Anatomie der Achsen. Das 6. Internodium, von oben gezählt, der vegetativ floralen Hauptachsen ist in folgender Weise gebaut. Die Außenwände der Epidermiszellen sind dicker bei *riparia*. Die Cuticula ist bei *riparia* uneben, bei der Normalform beinahe oder ganz eben. — Die Wände der subepidermalen Parenchymschicht sind bei *riparia* ungefähr ebenso dick wie die Außenwände der Epidermiszellen, bei der Normalform hingegen ebenso dünn wie die Wände der übrigen Rindenschichten. Auch die letztgenannten sind bei *riparia* etwas dickwandiger als bei der Normalform. Die Rinde ist bei beiden Formen, und in ausgeprägterer Weise bei der Normalform, nach dem hydrophilen Typus gebaut. Bei dieser Form sind die Intercellularräume auf dem Querschnitte bedeutend größer als die Zellenlumina, bei *riparia* ungefähr ebenso weit wie diese. — Die vier aus Collenchym bestehenden Kanten sind bei der Normalform etwas mächtiger. Der Bast bildet bei der Normalform eine einfache, unterbrochene, unmittelbar an das Leptom der Gefäßbündel grenzende Schicht, die bei *riparia* nur angedeutet ist. Das die vier Gefäßbündel zu einem geschlossenen Mantel vereinende mechanische Gewebe hat bei *riparia* kleinere Lumina als bei der Normalform, und bei beiden Formen ungefähr gleich dicke Wände. Bei der Normalform ist dieses Gewebe von 1—2, bei *riparia* gewöhnlich nur von einer Zellenlage gebildet. — Gleich außerhalb des mechanischen Mantels, etwa in der Mitte der Seiten des Stammes und also mit den vier Kantengefäßbündeln abwechselnd, sind vier kleine Leptomstränge gelegen, die bei der Normalform etwas mächtiger sind. Auch die innerhalb der Kanten laufenden Gefäßbündel sind bei dieser mächtiger. Die Gefäßbündelelemente, besonders die Gefäße, haben bei der Normalform weitere Lumina, während die beiden Formen hinsichtlich der Dicke der Wände nicht von einander abweichen. Die Gefäßbündel und der dieselben verbindende mechanische Mantel liegen bei *riparia*, auch relativ, dem Centrum etwas näher als bei der Normalform. (Der Stamm ist, wie oben erwähnt, in den entsprechenden Internodien viel schmaler bei *riparia*). — In der Nähe der Basis des Stammes hat die Mächtigkeit der Gefäßbündel bei der Normalform in bedeutendem Maße zugenommen; auch der mechanische Mantel ist hier viel dicker als in den höheren Internodien. Das Leptom bildet hier einen zusammenhängenden Mantel. Bei der Alvarform hingegen sind in den verschiedenen Regionen keine nennenswerten Unterschiede zu finden. — Der Bau der Ausläufer ist bei beiden Formen wesentlich derselbe.

Cynanchum Vincetoxicum R. Br.

Die Alvarform, die in den Kalkrissen sehr unfruchtbarer Ebenen bei Hulterstad wuchs, hatte wegen des geringen Vorrates an Nahrung keine

floralen Organe zu entwickeln vermocht. Die Normalform wurde in fruchtbaren, angebauten Gebieten in Hulterstad eingesammelt.

Morphologie der Blätter. Die Blattspreiten der Normalform sind dünner, bedeutend länger und relativ noch breiter als die der Alvarform. Bei jener sind sie mehr oder weniger horizontal gestellt, bei dieser beinahe senkrecht nach unten gerichtet mit über dem Mittelnerven gegen einander gerichteten Seitenhälften. (Vgl. *Mentha arvensis* f. *riparia*). Die Blattstiele sind länger und dicker bei der Normalform.

Morphologie der Achsen. Der Stamm ist bei der Normalform viel höher mit längeren und dickeren vegetativen Internodien.

Die Behaarung der Blätter und Internodien dürfte einer näheren Besprechung wert sein. Bei beiden Formen sind die Internodien mit einem Haarrande versehen, der von dem Zwischenraume zwischen zwei entgegengesetzten Blättern bis zu der Achsel eines der zunächst darunter sitzenden Blätter verläuft. Die Knospe dieser Achsel ist kräftiger entwickelt als die der gegenüberliegenden. Die Blütenstandsachse sitzt jener Blattachsel immer am nächsten. Auch an der dem eigentlichen Haarrande entgegengesetzten Seite findet sich bisweilen ein solcher, der indessen nur aus einer einfachen Reihe von Haaren besteht. Außerdem können noch einige einfache Haarreihen an demselben Internodium auftreten. Die Haare bestehen aus einer Zellenreihe und sind scherenförmig gebogen. Sie finden finden sich auch auf den Blättern. An den Internodien sind sie nach unten, am Blattstiele nach der Spreite hin gerichtet. Auch an den Nerven, wenigstens am Hauptnerven und auf der oberen Seite der Kanten der Spreite kommen dergleichen Haare, überall gegen die Blattspitze gerichtet, vor. Die Haare enthalten einen ölartigen Stoff. Wahrscheinlich wird durch die Haarränder das Regenwasser von einem Nodus bis zu dem darunterliegenden und von diesem teilweise über den Blattstiel, die Blattnerven und die Spreitenränder nach der Spitze hin geleitet, von wo es auf den Boden träufelt und die peripherischen Teile des Wurzelsystems trifft. Besonders bei der Alvarform scheint das Wasser wegen der Blattstellung am leichtesten diesen Weg nehmen zu können. Die untersten Internodien des Stammes besitzen keine Haarränder. An den Blütenstandsachsen nehmen die Haare keine besondere Richtung, einige sind nach oben, andere nach unten scherenförmig gebogen.

Anatomie der Blätter. 1. Die Blattspreiten. Die Epidermiszellen haben bei beiden Formen eine mehr oder weniger isodiametrische Form und dieselbe Größe. Die Seitenwände sind auf der Oberseite gerade, an der Unterseite wellig. — Spaltöffnungen treten nur an der Unterseite auf. — Bei beiden Formen herrscht ein scharfer Unterschied zwischen Palissaden- und Schwammparenchym. Die Palissaden sind schmal, lang, dichtsitzend und bilden eine einzige Schicht. Sie haben bei beiden Formen etwa dieselben Dimensionen. Die Zunahme der Blattdicke der Alvarform

wird durch die größere Ausdehnung des Schwammparenchyms bewirkt. Das Palissadenparenchym sowie die obere Epidermis nehmen bei der Alvarform ungefähr $1/_3$, bei der Normalform 0,4 bis fast $1/_2$ des Blattdurchschnittes ein. Die Zellen des Schwammparenchyms sitzen bei der Alvarform dichter und haben kleinere Zwischenräume und kürzere Arme als bei der Normalform. — 2. Die Blattstiele. Die Epidermiszellen sind auf dem Querschnitte bei beiden Formen etwa gleich groß. Sie haben bei der Alvarform etwas dickere Außenwände. Die Cuticula ist bei dieser Form deutlich gestreift, bei der Normalform weniger. — Beide Formen haben einen zusammenhängenden subepidermalen Collenchymmantel. — Durch die Blattstiele gehen 3 Gefäßbündel, ein größeres in der Mitte und an beiden Seiten desselben, näher an der oberen Seite ein kleineres. — Sämtliche Elemente des Blattstieles mit Ausnahme der Epidermiszellen haben weitere Lumina bei der Normalform. Das Leptom ist bei dieser dickwandiger, die Wände der Gefäße sind hingegen dicker bei der Alvarform.

Anatomie der Achsen. Die Außenwände der Epidermiszellen der entsprechenden Internodien sind bei beiden Formen ungefähr gleich dick, mit auf dem Querschnitte kleinen Lumina. Die Epidermiszellen der Normalform sind in die Länge gezogen, die der Alvarform nur wenig longitudinal gestreckt, beinahe kubisch. — Die Spaltöffnungen sitzen bei der Alvarform etwas dichter. — Die Zellen des Rindenparenchyms sind größer bei der Normalform; sie sind hier mehr als die Epidermiszellen longitudinal gestreckt. Die Zellen der inneren Rindenschichten sind mehr als die äußeren in die Länge gestreckt. Die Zellen der äußeren Schichten sind bei der Alvarform nur wenig longitudinal ausgezogen, in der äußersten Lage sind hier die Zellen oft sogar in der Längenrichtung ein wenig zusammengedrückt; die inneren Lagen sind wie bei der Normalform immer longitudinal gestreckt. — Die Rinde ist bei beiden Formen nur schwach assimilierend. — Die Baststränge liegen bei beiden Formen nahe aneinander und in einem einfachen Kreise; sie sind, auch relativ, gewöhnlich viel mächtiger bei der Normalform. Die Bastzellen haben bei der Alvarform dünnere Wände und größere Lumina als bei der Normalform. — Der zusammenhängende Gefäßbündelcylinder liegt bei der Normalform verhältnismäßig viel mehr nach der Peripherie hin. Er ist bei dieser relativ breiter, mit mächtigeren Holz-, sowie auch inneren und äußeren Leptomteilen. Die Gefäße der Normalform sind in den inneren Holzteilen dichtsitzend und nur durch einfache Reihen von Holzparenchym von einander getrennt, in den äußeren Teilen sind sie größer, dünner sitzend und von mächtigerem Parenchym getrennt. Die Gefäße der Alvarform haben kleinere Lumina; auch bei dieser Form sind sie in den inneren Teilen dichter, im Allgemeinen jedoch nicht so dicht wie in den entsprechenden Teilen der Normalform gesammelt, haben aber hier ungefähr dieselbe Größe wie weiter nach außen. Die Holzparenchymzellen haben, besonders in den äußeren Teilen, kleinere

Lumina bei der Alvarform; ihre Wände, sowie auch die der Gefäße, sind bei beiden Formen gleich dick oder bei der Normalform ein wenig dicker. — Die Markzellen sind, wie gewöhnlich, bei der Normalform mehr in die Länge gezogen.

Euphrasia officinalis L.

Die Alvarform in Hulterstad, die Normalform bei Kopenhagen eingesammelt.

Morphologie der Blätter und der Achsen. Von der Ålvarform finden sich zwei wahrscheinlich nicht scharf von einander unterschiedene Nebenformen, die eine mit wenigen Zweigen, die nahe an der Wurzel horizontal ausgehen, in ihren oberen Teilen aber aufgebogen-aufrecht sind, die andere mit dichter Zweigbildung auch aus den höheren Blattachseln und mit horizontalen Zweigen, die mit der Hauptachse zusammen einen beinahe halbkugeligen Complex bilden. Die oberirdischen Systeme der beiden Alvarformen, sowohl das vegetative als das florale, sind viel weniger entwickelt als die der Normalform, während das Wurzelsystem sich umgekehrt verhält: die Hauptwurzel ist, auch absolut, länger bei den Alvarformen [1]). Die Internodien sind bei beiden Alvarformen kürzer und schmaler als bei der Normalform. Die Blätter sind bei den Alvarformen etwas kürzer und noch schmäler, mit kürzeren und stumpferen Zähnen versehen als bei der Normalform.

Anatomie der Blätter. Die concave Unterseite sämtlicher Formen ist mit kurzgestielten Drüsenhaaren dicht bekleidet. — Die Epidermiszellen sowohl der Ober- als auch der Unterseite sind, von der Oberfläche aus gesehen, in keiner besonderen Richtung gestreckt. Ihre Außenwände sind nicht sehr dick. Die Seitenwände sind auf beiden Seiten des Blattes und bei sämtlichen Formen sehr wellig — über den Nerven ausgenommen, wo die Zellen wie gewöhnlich lang gestreckt und geradwandig sind. — Die Spaltöffnungen treten recht zahlreich auf und, wie es scheint, auf beiden Seiten und bei sämtlichen Formen in etwa gleicher Anzahl; die Spalten sind ziemlich regelmäßig in der Längenrichtung des Blattes orientiert. — Die Blätter sind in verschiedenen Teilen ungleich dick: am dicksten sind die Blattzähne und die diesen zunächst gelegenen Teile der Spreite; nach der Basis zu sind die Spreiten dagegen recht dünn. In den entsprechenden Teilen sind sie bei den Alvarformen ebenso dick oder sogar etwas dicker als bei der Normalform. Mehrere Lagen sehr scharf palissadenförmiger Zellen treten in der Oberseite sämtlicher Formen auf.

---

1) Die relativ und wahrscheinlich in manchen Fällen auch absolut mächtigere Entwickelung des Wurzelsystems der Alvarformen im Verhältnis zu dem der entsprechenden Normalformen dürfte eine sehr allgemeine Erscheinung sein. Eine nähere Auseinandersetzung dieser Thatsachen wäre zweifelsohne von großem Interesse. Im Allgemeinen scheint diese Frage nicht näher berücksichtigt worden zu sein (vergl. jedoch Volkens [I u. II]).

Anatomie der Achsen. Spaltöffnungen sind bei keiner Form zu entdecken. Die Rinde ist nicht assimilierend. — Die Normalform ist in den unteren Regionen stärker als die Alvarformen gebaut. Der Holzteil ist nämlich bei jener bedeutend mächtiger. Der Stamm trägt hier eine bedeutend größere Anzahl von Zweigen, die auch länger sind als bei den Alvarformen. Die primäre Rinde und das Leptom sind bei den Alvarformen hingegen in den entsprechenden Regionen, gewöhnlich auch absolut, gleich mächtig. — Die höheren Internodien sind bei allen Formen in den entsprechenden Teilen ungefähr gleich gebaut, von derselben relativen Stärke und Ausdehnung der Gewebe.

Euphrasia officinalis reagiert also — im Gegensatz zu den oben beschriebenen Arten, mit Ausnahme jedoch von *Bellis perennis* — eigentlich nur durch habituelle Abweichungen gegen die veränderten äußeren Bedingungen. Die kräftigere Structur der unteren Teile der vegetativ floralen Achsen bei der Normalform ist nicht von der directen Einwirkung der äußeren Factoren, sondern von den erhöhten mechanischen Ansprüchen, die das luxurierende Wachstum mit sich bringt, bedingt. Dieses üppige Wachstum ist aber vorzugsweise eine Folge der reichlicheren Nahrung.

Plantago major L.

Die Alvarform aus Resmo auf unfruchtbarem, mit nur dünner Vegetation bekleidetem Boden, die Normalform aus Kalmar.

Morphologie der Blätter. Die Blattspreiten der Alvarform sind mehrere Male kürzer und schmäler als die der Normalform; die Dicke ist dagegen $1^1/_2$ bis doppelt so groß wie bei der Normalform. Die Blattstiele sind bei der Alvarform noch mehr in der Länge reduciert und etwas breiter als bei der Normalform. Die Scheide ist breiter bei der Alvarform. Die Blätter dieser Form sind zum Boden niedergedrückt, bei der Normalform mehr oder weniger schief aufgerichtet.

Morphologie der Achsen. Auch hinsichtlich der Achsen erreicht die Alvarform nur sehr zwergartige Dimensionen. Das Rhizom und die Ährenstiele sind hier viel kürzer und schmäler. Die letzteren sind bei dieser Form niederliegend.

Anatomie der Blätter. 1. Die Blattspreiten. Bei beiden Formen treten hier teils gröbere Haare, teils Colleteren in ungefähr denselben Proportionen auf. — An der Unterseite sind die Epidermiszellen bei beiden Formen von der Oberfläche gesehen wellig; auf der Oberseite tritt die Welligkeit sehr undeutlich hervor, und die Seitenwände der Alvarform sind in noch geringerem Grade als die der Normalform wellig. Sowohl die Außen- als auch die Seitenwände sind bei der Alvarform dicker. — Die Spaltöffnungen sind in keiner besonderen Richtung, oder doch nur schwach longitudinal orientiert. — Die Alvarform hat drei bis vier nicht scharf markierte Palissadenschichten, die etwas mehr als die Hälfte des Querschnittes einnehmen, die Normalform hat gewöhnlich nur eine einzelne

deutlich entwickelte, ungefähr $^1/_5$ des Querschnittes einnehmende Schicht; die Zellen dieser Schicht sind kürzer und breiter als die der entsprechenden Lage bei der Alvarform. Das Palissadengewebe hat also relativ wie absolut eine bedeutend größere Mächtigkeit bei der Alvarform. — 2. Die Blattstiele. Die mechanischen Gewebe sind bei der Normalform entschieden stärker gebaut. Die subepidermale Zellenlage ist bei dieser Form rings um den Stiel collenchymatisch verdickt, und die Nerven sind mit einem kräftigen mechanischen Gewebe versehen, in dem die Mestombündel samt den isolierten Leptombündeln vollständig eingeschlossen liegen. Die Alvarform besitzt kein subepidermales Collenchym, und außerdem sind die stereomatischen Gewebe der Nerven schwächer gebaut. Diese Verschiedenheiten stehen in einem deutlichen Zusammenhang mit der größeren Länge und der aufrechteren Lage der Blattstiele und der Spreiten bei der Normalform. — Die Zellen des Grundgewebes sind kürzer bei der Alvarform, aber bei beiden Formen ungefähr gleich weit und auf dem Querschnitte abgerundet und sehr schwach chlorophyllführend. Die Normalform hat dagegen weitere Intercellularräume. — 3. Die Blattscheiden. Bei der Alvarform weicht der Bau der Scheide in keinem nennenswerten Grade von dem des Stieles, in welchen sie unmittelbar übergeht, ab. Bei der Normalform unterscheidet sich die Scheide von dem Stiel sowohl durch die größere Breite als auch durch weitere Intercellularen in dem Grundgewebe.

Anatomie der Achsen. 1. Die Ährenstiele. Die Epidermiszellen sind longitudinal, auf dem Querschnitt etwas radial gestreckt und mit collenchymatisch verdickten Wänden versehen. Die Cuticula ist bei beiden Formen ziemlich dünn. Das Rindenparenchym beider Formen ist nur schwach assimilierend mit longitudinal gestreckten, auf dem Querschnitte abgerundeten Zellen. Die subepidermale Zellenlage ist collenchymatisch verdickt. — Das Rindenparenchym wird nach innen zu von einem sehr kräftigen zusammenhängenden Mantel begrenzt, der aus bastartigen Zellen besteht, die aus dem Grundgewebe herausdifferenziert sind. Dieser Bastmantel ist am stärksten in seinen peripherischen Teilen, die Zellen haben nämlich hier kleinere Lumina, aber ebenso dicke Wände wie in den centraleren Teilen. Er wird nach innen zu teils von den kreisförmig angeordneten Mestombündeln, teils von verholztem, dickwandigem und weitlumigem, mit diesen abwechselndem Grundparenchym, das auf der Innenseite der Bündel sich zu einem das ziemlich dickwandige, aber unverholzte Mark umgebenden geschlossenen Mantel vereinigt, fortgesetzt. Die Mestombündel liegen also in dem mechanischen Gewebe vollständig eingeschlossen. Kleine isolierte Leptomstränge treten teils in dem verholzten Grundparenchym innerhalb und außerhalb der Hadrombündel, teils mit diesen abwechselnd auf der Grenze zwischen dem Bast und dem verholzten weitlumigen Parenchym auf. — Die beiden Formen weichen in folgenden

Hinsichten von einander ab. — Die Haare sind bei der Alvarform viel reichlicher vertreten. — Die Epidermiszellen sind bei der Normalform mehr longitudinal. — Die Cuticula der Alvarform ist deutlicher gestreift. — Die Spaltöffnungen sitzen bei der Alvarform ziemlich dicht, bei der Normalform sehr dünn. — Die Rindenparenchymzellen der Normalform sind in longitudinaler Richtung recht viel, die der Alvarform nur wenig mehr als in radialer gestreckt. — Sowohl die mechanischen Gewebe als auch das Mark sind bei der Normalform etwas dickwandiger. — Die isolierten Leptomstränge liegen bei der Alvarform im Allgemeinen nahe an einander und sind teilweise zu Bändern zusammengeschmolzen, bei der Normalform sind sie fast immer durch das verholzte Parenchym von einander getrennt. — Sämtliche Gewebe haben bei der Alvarform an Mächtigkeit absolut abgenommen, aber in verschiedenem Grade; das Rindenparenchym ist nur wenig, das Mark in viel höherem Grade reduciert; der mechanische Mantel sowie die Mestombündel erhalten hiernach bei der Alvarform eine mehr centrische Lage; er nimmt bei den beiden Formen den gleichen relativen Umfang ein. — 2. Das Rhizom. Die Peridermbildung ist bei beiden Formen ziemlich schwach. Im Rhizom treten keine mechanischen Gewebe auf; bei der Alvarform sind die Wände der Holzparenchymzellen jedoch bisweilen verdickt. Die Rhizome werden bei beiden Formen zum überwiegenden Teil von dünnwandigem Parenchym, in welchem die Mestombündel eingebettet liegen, gebildet. Die letztgenannten sind durch sehr breite Markstrahlen von einander getrennt und haben auf dem Querschnitte das Aussehen von schmal triangulären, radialen Scheiben. (Einen ähnlichen Bau findet man bei den unterirdischen Achsen auch anderer Arten, z. B. *Campanula rotundifolia*; vgl. De Bary, I). — Die Gewebe nehmen bei beiden Formen einen verhältnismäßig etwa gleich großen Umfang ein. Die Gefäßbündel der Alvarform haben wenigstens eine ebenso große Ausdehnung wie die Markstrahlen, die der Normalform treten dagegen im Verhältnis zu diesen merkbar zurück. Sämtliche Gewebeelemente, besonders die Gefäße, haben kleinere Lumina bei der Alvarform. Das Mark nimmt in den oberen Teilen des Rhizoms den größten Teil des Querschnitts ein; nach unten zu nimmt es an Umfang allmählich ab und wird in den untersten Regionen durch in der Mitte zusammenstoßende Gefäßbündelelemente ersetzt.

Plantago lanceolata L.

Die Alvarform vom Alvar Borgholms und Resmo, die Normalform aus Kalmar.

Morphologie der Blätter. Die Blattspreiten der Alvarform sind kürzer, schmäler und beinahe doppelt so dick wie die der Normalform. Die Blattstiele sind breiter und in medianer Richtung verhältnismäßig weniger ausgedehnt bei der Alvarform. Die Blätter der Alvarform sind mehr oder weniger niederliegend, die der Normalform aufrecht.

Morphologie der Achsen. Die Ährenstiele sind viel kürzer und nach oben gebogen bei der Alvarform, lang und aufrecht bei der Normalform. — Der Durchmesser des Rhizoms der Normalform ist doppelt so groß wie der der Alvarform.

Anatomie der Blätter. Die Blätter sind, besonders nach unten, bei der Alvarform stärker behaart. 1. Die Blattspreite (Fig. 1 u. 2). Sowohl die untere als auch die obere Epidermis hat bei beiden Formen, bei der Normalform jedoch schärfer undulierte Seitenwände. Die Zellen sind auf beiden Seiten bei dieser Form größer. Die Spaltöffnungen sitzen bei der Normalform weniger dicht und sind bei beiden Formen mehr oder weniger deutlich in der Längsrichtung der Spreite gestreckt. — Die Alvarform hat an der Oberseite drei bis vier nicht scharf von einander getrennte Palissadenschichten, die die Mitte des Querschnittes erreichen und sich bis an die Gefäßbündel erstrecken, zwischen denen sie in ein mit nicht besonders großen Intercellularen versehenes Schwammparenchym von geringer Mächtigkeit übergehen. Die untere Blattseite wird wieder von Palissadenparenchym eingenommen, das hier zwei bis drei Lagen mit etwas kürzeren Zellen und ein wenig größeren Zwischenräumen als an der Oberseite bildet. Nach den Blattkanten zu wird das Palissadenparenchym der beiden Seiten gleichartiger, der Bau also isolateraler. Die Normalform hat nur auf der Oberseite Palissaden, die nicht einmal hier immer typisch entwickelt sind. Sie bilden hier nur eine einzige Lage und sind kürzer, breiter und mit größeren Intercellularen versehen als bei der Alvarform. Der übrige Teil des Mesophyll wird von Schwammparenchym eingenommen; die der unteren Epidermis am nächsten liegende Schicht hat gewöhnlich etwas kleinere Zwischenräume als die inneren Schichten. — 2. Die Blattstiele sind bei beiden Formen in der Hauptsache gleich gebaut. Die der unteren Epidermis am nächsten liegende Zellenschicht besteht aus kleinen, assimilierenden Zellen, die bei der Normalform longitudinal gestreckt und auf dem Querschnitt isodiametrisch, bei der Alvarform besonders nach den Kanten zu schwach palissadenförmig sind. — 3. Die Blattscheide hat bei beiden Formen wesentlich denselben Bau.

Anatomie der Achsen. 1. Die Ährenstiele. Die allgemeine Structur stimmt mit der bei *P. major* in Vielem überein. So treten z. B. isolierte Leptombündel in ähnlicher Weise wie bei dieser Art auf. *P. lanceolata* ist indessen etwas schwächer gebaut als *P. major*. Der mechanische Mantel hat, besonders auf der Innenseite der Mestombündel, bei *P. lanceolata* dünnere Zellwände, und collenchymatische Verdickungen finden sich hier nur in den hervorragenden Riefen. Der Umriss des Stengels ist bei *P. major* mehr oder weniger abgerundet, bei *P. lanceolata* treten dagegen Riefen auf, innerhalb deren der mechanische Mantel mächtiger als in den zwischenliegenden Teilen ist. — Die Unterschiede in dem Bau der Ährenstiele der beiden Formen sind im großen Ganzen in der Hauptsache den bei *P.*

major analog. — 2. Das Rhizom. In Betreff des allgemeinen Baues vgl. H. NILSSON, (I) und KUHLMANN, (I). — Das Periderm ist bei beiden Formen stark entwickelt. Die von NILSSON (l. c. p. 195) erwähnte kräftige Ausbildung der mechanischen Elemente scheint bei der Normalform schärfer hervorzutreten. Hier sind nur die innersten Teile der Xylemzone dünnwandig und unverholzt, während bei der Alvarform diese unverholzten Teile relativ viel mehr ausgedehnt sind und der mechanisch wirksame Teil des Xylemmantels also hier auch relativ viel weniger mächtig ist. Brachysclerenchymzellen finden sich bei beiden Formen, einzeln oder gruppenweise, im Mark und in der Rinde. Bei keiner der Formen habe ich isolierte Leptombündel gesehen. KUHLMANN sagt (l. c. p. 15) mit Rücksicht hierauf: »Im Marke von *Plantago lanceolata* konnte das Auftreten von Bündelchen nicht von mir beobachtet werden«, und (p. 17): »Die SANIOschen Cambiformbündel finden sich in der primären Rinde selten vor und sind wenig entwickelt«. — Sämtliche Gewebeelemente haben größere Lumina bei der Normalform.

Plantago maritima L.

Die Alvarform — f. *angustissima* — aus Hulterstad, die Normalform aus Kalmar. Jene unterscheidet sich von dieser hauptsächlich durch kürzere, mehr centrische Blätter mit geringerer Breite, aber, auch absolut, etwas größerer Dicke, und durch kürzere Ährenstiele.

Anatomie der Blätter (Figg. 3 u. 4). Über die allgemeine Structur der Blätter vgl. ARESCHOUG (II). — Die größere Dicke der Alvarform wird durch die Palissadenzellen beider Seiten, die bei dieser Form länger gestreckt sind, bewirkt; auch die Zahl der Palissadenschichten ist bei der Alvarform bisweilen etwas vermehrt (von 4 bis 5 oder 6). — Collenchym ist bei der Normalform nur in den Kanten, bei der Alvarform außerdem besonders unter dem Mittelnerven entwickelt.

Anatomie der Achsen. 1. Die Ährenstiele. Diese sind bei beiden Formen wesentlich gleich gebaut; in der Hauptsache stimmt ihr Bau mit dem bei *P. major* überein. Bei *P. maritima*, wie bei ihrer Alvarform, treten jedoch die isolierten Leptombündel nur außerhalb der Hadrombündel ebenso wie mit diesen abwechselnd, nicht aber innerhalb derselben auf. — Die mechanischen Gewebe sind bei *P. maritima* viel schwächer als bei *P. major*; sie bilden bei jener Art einen zusammenhängenden Mantel unmittelbar außerhalb der Mestombündel und füllen auch den Raum zwischen diesen aus, erstrecken sich aber nicht, wie bei *P. major* und *P. lanceolata*, auf die Innenseite derselben. — 2. Das Rhizom. Der Bau ist bei beiden Formen ein gleichartiger. Er zeichnet sich (vgl. KUHLMANN [I]) durch das Fehlen mechanischer Elemente, durch die verhältnismäßig weiten Lufträume der Rinde und durch das Auftreten von Borke aus. Über die Einzelheiten des Baues vgl. KUHLMANN (I).

Plantago minor Fr.

Obgleich von dieser Art keine zu vergleichenden Formen von Standorten, wo die äußeren Verhältnisse mehr intermediär sind, mir zugänglich waren, halte ich es dennoch für zweckmäßig, das Hauptsächlichste ihres in vielen Hinsichten bemerkenswerten Baues hier im Zusammenhang mit den oben behandelten *Plantago*-Arten zu erwähnen. Sie ist im westlichen Teile des südlichen Alvargebietes der Insel, in Resmo, in zeitweise ganz trockengelegten, dann aber wieder von Wasser gefüllten, sehr seichten Vertiefungen des Kalkbodens auf einer sehr dünnen, an Vegetation dürftigen Unterlage eingesammelt. Die Blüteperiode der Art fällt gewöhnlich in den April. Die untersuchten Individuen gehören indessen einer späteren, im September fructificierenden Jahresgeneration an. Sämtliche Individuen befanden sich im Fructificationsstadium.

Anatomie der Blätter. Die Blätter sind isolateral, beinahe cylindrisch mit ausgeprägt hydrophilem Bau. — Die Epidermiszellen sind chlorophyllführend, auf dem Querschnitt quadratisch, von der Oberfläche gesehen unregelmäßig kantig und in longitudinaler Richtung wenig gestreckt, mit schwach welligen Seitenwänden. Die Welligkeit ist an den die Spaltöffnungen begrenzenden Zellen am deutlichsten. Vom hydrophilen Bau weichen die Blätter dadurch ab, dass die (in die Länge gestreckten) Spaltöffnungen sehr dicht sitzen. — Das Mesophyll ist von einschichtigen Platten longitudinal gestreckter, auf dem Querschnitt gerundeter Zellen gebildet, die mit weiten, auf dem Querschnitt gerundeten Luftgängen abwechseln. — Mechanische Gewebe sind nicht entwickelt. Die Bastbelegungen um die 3 Hauptgefäßbündel und um die kleineren Anastomosen sind sehr dünnwandig und mechanisch ganz unwirksam. Sogar die Außenwände der Epidermiszellen sind sehr dünnwandig. — Die Gefäßbündel sind von einer wohl entwickelten Strangscheide umgeben.

Anatomie der Achsen. 1. Die Ährenstiele (Fig. 5) sind mit in die Länge gezogenen, keuligen, von einer Zellenreihe aufgebauten Haaren dicht bekleidet. — Die Epidermis hat ungewöhnlich dicke Außenwände, jedoch mit ziemlich dünner Cuticula. — Die Spaltöffnungen sitzen dicht. — Das Assimilationssystem hat eine recht bemerkenswerte Ausbildung. An Längsschnitten zeigt es sich in mehreren ungleichartigen Schichten mehr oder minder scharf differenziert. Die der Epidermis am nächsten liegende Schicht besteht aus etwas schief nach innen und unten gestreckten Zellen, die an der Epidermis vollständig oder beinahe an einander stoßen und nach innen zu schmäler werden, jedoch nicht in gleich hohem Grade, wie es bei Trichterzellen im Allgemeinen der Fall sein dürfte. Diese eine einzige Lage bildenden Zellen sind oft schmäler als die Zellen der nach innen nächstliegenden Schicht, die auch schief gestellt, aber typisch palissadenförmig sind. Jede dieser letzteren Zellen grenzt demzufolge nach außen

oft an 2 Trichterzellen und wird also eine Sammelzelle. Innerhalb dieser Lage ist eine ebenfalls aus schief gestellten Palissaden bestehende Schicht gelegen; die Zellen sind doch hier bisweilen am meisten in der Längenrichtung des Organes ausgedehnt. Dieses zweischichtige Palissadengewebe wird nach innen zu von noch einer oder zwei assimilierenden Lagen gewöhnlich vollkommen longitudinal gestreckter Zellen fortgesetzt. Diese Lagen dürften, außer als assimilierend, nebenbei als ableitend functionieren. An dieselben schließt sich die mit schmäleren, gleichfalls longitudinal gestreckten, chlorophylllosen, reichlich stärkeführenden Zellen versehene Stärkescheide. Das Assimilationssystem der Ährenstiele bei *P. minor* ist also zu demjenigen Typus zu rechnen, der durch das Auftreten von Assimilations-, Zuleitungs- und Ableitungsgewebe gekennzeichnet ist, obschon es in Bezug auf die trichterartigen Zellen ebenso wie in anderen Hinsichten einen etwas abweichenden und complicierteren Bau zeigt im Verhältnis zu den von A. Nilsson (I) unter dem genannten Typus erwähnten Arten. — Ungefähr in der Mitte zwischen dem Centrum und der Peripherie findet sich ein ziemlich kräftiger mechanischer Mantel. Auf der Innenseite dieses Mantels liegen teils Hadrom-, teils Leptombündel, von einander mehr oder weniger vollständig isoliert. Die Leptombündel treten, wie bei *P. major*, sowohl zwischen als inner- und außerhalb der Hadrombündel auf. — Das Mark ist zum überwiegenden Teil großzellig oder dünnwandig mit kleinen Intercellularen. Dessen peripherische, an die Mestombündel grenzende Teile haben kleinere und dickwandigere Zellen. — 2. Die vegetative Hauptachse ist kurz und rhizomartig. Die Epidermis wird bald von mehrschichtigem Periderm ersetzt. Innerhalb desselben finden sich in dem Rindenparenchym ziemlich weite Intercellulargänge von auf dem Querschnitt gerundetem Umriss und durch einschichtige Zellenplatten von einander getrennt. In den innersten Teilen der Rinde sind diese Gänge bisweilen auf dem Querschnitt in radialer Richtung mehr oder minder deutlich ausgedehnt. — Mechanische Gewebe sind nicht zu finden. Sogar das Holzparenchym hat nur schwach verdickte Wände. — Das Mark ist dünnwandig mit kleinen Intercellularen. Nach der Wurzel zu werden die Markzellen und die Intercellularen allmählig größer.

Hinsichtlich der Ausbildung des Assimilationssystemes herrscht, wie aus dem oben Erwähnten hervorgeht, eine bemerkenswerte Correlation zwischen den Blättern und den floralen Achsen dieser Art. Die Assimilationsthätigkeit der Blätter ist hier, im Gegensatz zu dem bei den Alvargewächsen gewöhnlichen Verhältnis, in hohem Grade geschwächt und zum größten Teile auf die floralen Achsen, in welchen das Assimilationssystem stärker ausgebildet und mehr differenziert ist als bei den übrigen untersuchten Arten der Gattung *Plantago*, sowie auch überhaupt bei den auf dem Alvar auftretenden Pflanzen, übertragen.

Pimpinella Saxifraga L.

Die Alvarform von Borgholm, die Normalform von Kalmar.

Morphologie der Blätter. 1. Die Spreiten der Grundblätter haben eine größere Flächenausdehnung bei der Normalform. Die Blättchen sind bei dieser Form größer, und die Länge übertrifft die Breite; bei der Alvarform sind die untersten Blättchenpaare mehr breit als lang, die nächst oberen unbedeutend länger als breit, die übrigen nehmen wie bei der Normalform nach oben zu mehr in der Breite als in der Länge ab. Die Dicke der Blättchen erreicht bei der Normalform nur $^2/_3$ von der bei der Alvarform. Bei der Normalform sind die zwischen den Blättchenpaaren gelegenen Teile der Rhachis recht lang, bei der Alvarform hingegen so kurz, dass die Blättchen gewöhnlich einander berühren und teilweise decken. — 2. Die Stiele der Grundblätter sind bei der Normalform dicker als bei der Alvarform und bei jener oft mehrmals länger als das ganze Blatt der Alvarform. Sie sind bei jener Form länger, bei dieser viel kürzer als die Scheibe. — 3. Die Scheiden der Grundblätter sind, auch im Verhältnis zu den übrigen Blattteilen, kürzer bei der Alvarform. — Die Grundblätter der Alvarform sind zum Boden gedrückt, die der Normalform mehr oder weniger schief emporgerichtet. — 4. Die über der Grundrosette befestigten Blätter. Die Spreiten der unteren, in der rein vegetativen Region sitzenden Blätter sind bei der Alvarform beträchtlich, die Stiele ganz reduciert; die Scheiden sind hingegen hier sogar kräftiger entwickelt als in den Grundblättern. In der floralen Region der Alvarform, die sich weit nach unten zu, bis in die Nähe der Grundblätter erstreckt, sind auch die Spreiten beinahe ganz reduciert, die Scheiden hingegen wohl ausgebildet und beinahe den Stengel umfassend. Sämtliche über den Grundblättern sitzenden Blätter der Normalform haben in allen Teilen größere Dimensionen als die entsprechenden Blätter der Alvarform. Die rein vegetative Region erstreckt sich bei jener Form sowohl absolut als relativ höher hinauf als bei der Alvarform.

Morphologie der Achsen. Die vegetativ-florale Hauptachse ist bei der Alvarform beträchtlich kürzer, mit kürzeren Internodien und einer kleineren Zahl von Seitenachsen als bei der Normalform. Sie ist in entsprechenden Regionen ein wenig schmäler bei der Alvarform.

Anatomie der Blätter. 1. Die Spreiten der Grundblätter. Die Epidermiszellen sind, von der Oberfläche gesehen, beinahe doppelt so weit bei der Normalform, und auf dem Querschnitte bei dieser etwas mehr radial gestreckt. Bei der Alvarform haben sie auf beiden Seiten gerade Radialwände. Die Oberseite der Normalform hat zum größten Teil gerade Seitenwände; nur in eng umschriebenen, mit kleineren Zellen versehenen Gruppen sind die Seitenwände ein wenig unduliert. Sämtliche Zellen der Unterseite haben bei der Normalform wellige Seitenwände. — Die Spalt-

öffnungen treten bei beiden Formen in größerer Anzahl auf der Unterseite auf. Die Spalten sind bei keiner der Formen in irgend einer besonderen Richtung orientiert, außer in der unmittelbaren Nähe der Nerven, wo sie denselben ungefähr parallel liegen. Die Alvarform hat auch an der Oberseite recht viele Spaltöffnungen; bei der Normalform finden sie sich an dieser Seite nur in den kleinen, mit welligen Seitenwänden versehenen Gruppen. An der Unterseite sind die Spaltöffnungen bei der Normalform nicht ganz so zahlreich wie an entsprechender Seite der Alvarform. — Die Alvarform hat drei nicht scharf begrenzte, die Normalform nur zwei Lagen von Palissaden, die bei beiden Formen einen relativ gleich großen Teil vom Querschnitte einnehmen. — 2. Die Spreiten der höher sitzenden Blätter. Die Epidermiszellen der oberen Seite sind bei der Normalform größer als in den Grundblättern. Auch hier liegen die Spaltöffnungen in Gruppen, von kleineren Epidermiszellen mit, obschon schwach, undulierten Seitenwänden gekennzeichnet. Wie in den Grundblättern sind die Spalten nur an den Nerven in bestimmter Richtung orientiert; auch an den Mesophyllfeldern zeigen sie indessen eine schwache Andeutung zu longitudinaler Orientierung. — Die Epidermiszellen der sehr fein geteilten, beinahe ganz reducierten Scheiben in den oberen Teilen der floralen Region der Normalform sind beinahe gleichförmig, mit geraden Seitenwänden versehen; die Spaltöffnungen sind hier mehr gleichförmig verteilt und in der Längenrichtung orientiert. — Die Grundblätter der Alvarform stimmen also in ihrem Bau mit den höher befestigten Blättern der Normalform am meisten überein. — 3. Die zwischen den Blättchenpaaren liegenden Teile der Rhachis der Grundblätter haben auf dem Querschnitt bei der Alvarform einen mehr unebenen Umriss, weil das Collenchym hier viel kräftiger ausgebildet ist und hervorragende Riefen bildet. Bei der Alvarform sind die Gefäßbündel, mit Ausnahme der zwei in den Kanten laufenden, in diesen Teilen beinahe gleich mächtig; bei der Normalform ist das dorsale Bündel beträchtlich mächtiger als die übrigen, die nach den Ecken zu an Mächtigkeit schnell abnehmen. — 4. Die Stiele der Grundblätter. Die Epidermiszellen der Normalform sind außerhalb der Collenchymbündel beträchtlich, zwischen denselben weniger in longitudinaler Richtung gestreckt; die der Alvarform sind im vorigen Falle nur wenig gestreckt, im letzteren beinahe isodiametrisch. — Die Spaltöffnungen sitzen bei der Alvarform viel dichter; die Spalten sind bei beiden Formen, obschon nicht ganz regelmäßig, in der Längenrichtung des Stieles orientiert. — Das chlorophyllführende Gewebe ist bei der Normalform viel schwächer entwickelt und besteht hier aus gewöhnlich nur zwei, innerhalb der Collenchymstränge teilweise unterbrochenen Lagen kleiner, auf dem Querschnitt gerundeter, in der Längenrichtung des Stieles gestreckter, schwach assimilierender Zellen. Bei der Alvarform sind diese Zellen etwas größer und bilden einen breiten Mantel von vier, stellenweise sogar fünf Lagen;

sie sind auch hier isodiametrisch, oder bisweilen auf der oberen Seite des Stieles schwach palissadenförmig. — Von den neun Collenchymsträngen hat der dorsale bei beiden Formen die größte Breite; die größte Dicke haben dagegen die in den Kanten liegenden Stränge. Wenigstens der Dorsalstrang und die Kantenstränge sind absolut etwas mächtiger bei der Alvarform. Bei keiner der Formen ist um die Gefäßbündel Stereom ausgebildet, bisweilen kommt es jedoch andeutungsweise vor. Die Gefäßbündel sind bei der Alvarform etwas schmäler, aber doch, auch relativ, einander mehr genähert als bei der Normalform. Die Gefäße sind bei dieser weiter. — 5. Die Blattscheiden (Figg. 6 u. 7). Die Epidermiszellen der entsprechenden Scheiden sind ein wenig größer bei der Normalform, ihre Außenwände ungefähr gleich dick bei beiden Formen. — Die assimilierenden Zellen sind bei keiner der Formen palissadenartig ausgebildet. — Mit den Gefäßbündeln wechseln im Mesophyll Gruppen von großen, dünnwandigen Zellen ab, deren Wände in der ausgewachsenen Scheide zerstört sind. Die hierdurch entstehenden, bei beiden Formen auftretenden lysigenen Luftgänge sind in Scheiden der Grundblätter am weitesten. Bei der Normalform kommen sie in dem oberen und größten Teil der floralen Region nicht mehr zur Ausbildung; bei der Alvarform werden sie nur in denjenigen Scheiden, die zur oberen Hälfte der floralen Region gehören, vermisst. — In den floralen Stützscheiden der Alvarform sind die inneren Epidermiszellen nebst einer oder zwei unmittelbar innerhalb dieser gelegenen, ziemlich dickwandigen Schichten von Mesophyllzellen in radialer Richtung mehr oder minder zusammengedrückt, so dass das Lumen spaltenförmig wird oder ganz verschwindet. Dieses Gewebe liefert wahrscheinlich dem in der Scheideachsel sich entwickelnden Blütenstande einen guten Schutz gegen zu starke Transpiration. Die Scheiden der Normalform zeigen nur andeutungsweise diese Structureigentümlichkeit. In den unteren, Blütenstände nicht stützenden Scheiden kommt dieser Gewebecomplex bei keiner der Formen vor.

Anatomie der Achsen. Die unteren Teile des Stammes, in und nächst oberhalb der Internodien zwischen den Grundblättern, zeigen im Bau bei den beiden Formen recht beträchtliche Verschiedenheiten (Figg. 12 u. 13). — Die Epidermiszellen sind in longitudinaler Richtung bei der Normalform mehr gestreckt. — Die Spaltöffnungen sitzen bei der Normalform spärlich, bei der Alvarform viel dichter; bei beiden sind sie longitudinal orientiert. — Das assimilierende Gewebe der Normalform ist sehr schwach ausgebildet. Nur die wenigen Zellenschichten zwischen den großzelligen Stereomplatten (siehe unten) und dem außerhalb derselben liegenden Collenchym sind hier assimilierend; sie bestehen aus auf dem Querschnitt etwas tangential, in die Längenrichtung des Stammes gestreckten, schwach chlorophyllführenden Zellen. Bei der Alvarform hat hingegen das assimilierende Gewebe eine recht hohe Ausbildung

erreicht. Es tritt als mehrere Lagen mächtiger Platten auf, die mit den Collenchymsträngen abwechseln; die Assimilationszellen sind isodiametrisch oder in der Längsrichtung des Stammes ein wenig gestreckt. — Bei der Normalform sind nicht weniger als 4 verschiedene mechanische Gewebe ausgebildet. Unter der Epidermis befindet sich ein zusammenhängender Collenchymmantel, der außerhalb der größten Gefäßbündel am mächtigsten ist und aus mehreren Schichten besteht, ohne jedoch hervortretende Riefen zu bilden. Das diese strangförmigen Anhäufungen verbindende Collenchym wird von nur einer oder zwei Schichten gebildet. Etwa in der Mitte zwischen der Epidermis und den Gefäßbündeln breiten sich tangentiale Platten einer Art von stereomatischem, verholztem Gewebe, aus ziemlich langgestreckten, parenchymatischen, weitlumigen und relativ dünnwandigen Zellen bestehend, aus. Sämtliche Gefäßbündel werden nach außen von schmalen, ziemlich dickwandigen Bastbelegungen begrenzt. Schließlich kommt das mechanisch wirksamste Gewebe hinzu, nämlich das die Hadromteile verbindende Libriform, dessen Zellen in den peripherischen Teilen die kleinsten Lumina besitzen. Die Alvarform hat nur zwei Arten von mechanischem Gewebe, Collenchym und Libriform. In den peripherischen Teilen des Leptoms sind die Elemente zwar ziemlich dickwandig, aber unverholzt und nicht nennenswert mechanisch wirksam; diese äußeren Leptomteile dürften indessen rudimendären Bast repräsentieren. Das Collenchym tritt hier als isolierte Stränge auf, die mächtiger sind als bei der Normalform. Mit Ausnahme der untersten Internodien zwischen den Grundblättern bilden sie bei der Alvarform hervorragende Riefen. Auch die nächst unter der Epidermis zwischen diesen Riefen liegende Schicht zeigt eine Andeutung collenchymatischer Ausbildung; sie hat jedoch vorzugsweise eine assimilierende Function. Das Libriform ist gleichartig wie bei der Normalform ausgebildet. — Die Gefäßbündel und der Libriformcylinder sind absolut etwas mächtiger bei der Normalform, relativ aber bei der Alvarform mehr ausgedehnt. Weil die Rinde bei dieser Form ein absolut größeres, das Mark aber ein viel kleineres Volumen als bei der Normalform besitzt, ist also der Libriformcylinder bei der letztgenannten beträchtlich mehr peripherisch gelegen. Die Gefäße sind etwas weiter bei dieser, betragen aber ungefähr dieselbe Zahl bei beiden Formen. — Die mechanischen Gewebe der unteren Internodien der Alvarform sind also von der Peripherie teilweise zurückgedrängt und an derselben reduciert, in demselben Maße wie die assimilierenden Gewebe an Mächtigkeit gewonnen haben. Die Verminderung der Biegungsfestigkeit, der der Stamm hierdurch unterworfen worden ist, wird indessen durch die local verstärkte Ausbildung des Collenchyms großenteils compensiert. — Nach den höheren Regionen des Stammes, bezw. der Zweige zu verändern sich allmählich die Mächtigkeit und die Stärke der Gewebe. Die Veränderungen gehen bei den beiden

Formen in der gleichen Richtung und äußern sich in einer Reduction der mechanischen Gewebe, der Gefäßbündel und des Markes und in einer Verstärkung des Assimilationsgewebes. Bei der Normalform verschwinden bald der Bast und das weitzellige mechanische Gewebe, und das Collenchym wird deutlicher in Strängen isoliert, die mit den, anfangs auch absolut, an Mächtigkeit zunehmenden Assimilationsplatten alternieren. Das Libriform nimmt allmählich an Stärke und Ausdehnung ab. Die Gefäßbündel werden schmäler, und die Mestomelemente, besonders die Gefäße nehmen an Weite ab. Die Veränderungen gehen bei den beiden Formen ungleich schnell vor sich. Das Mark wird bei der Alvarform relativ schneller reduciert; die mechanischen Gewebe nehmen in etwa gleichem Verhältnis bei beiden Formen ab; die primäre Rinde, besonders das Assimilationsgewebe erfährt bei der Alvarform eine absolut, in den höheren Regionen relativ größere Verstärkung.

Ranunculus bulbosus L.

Die Alvarform von Borgholm, die Normalform von Kopenhagen.

Morphologie der Blätter. Sämtliche Blatteile sind bei der Alvarform weniger entwickelt. Die Kanten der Scheide sind breiter, aber nicht dicker bei der Normalform; die mediane Partie der Scheide ist ein wenig breiter und dicker bei dieser.

Morphologie der Achsen. Der Stamm ist bei der Alvarform viel kürzer und trägt hier eine geringere Zahl von Blättern und Seitenachsen. Die letzteren sind hier, wie auch der Stamm, kürzer als bei der Normalform.

Anatomie der Blätter. 1. Die Blattspreiten. Die Haare, besonders die der Unterseite, sind zahreicher bei der Alvarform. Die rings um die Basis der Haare gelegenen Zellen sind bei der Alvarform beträchtlich mehr über die übrige Epidermisoberfläche als bei der Normalform erhoben. Die Außenwände dieser Basalzellen, wie auch die der übrigen Epidermiszellen sind dicker bei der Alvarform als bei der Normalform (bezw. 4 und 3 μ). — Die Epidermiszellen sind von der Oberfläche gesehen auf beiden Seiten isodiametrisch und gleich groß bei den beiden Formen; auf der Unterseite sind die Seitenwände scharf, auf der Oberseite schwach oder gar nicht wellig. — Die Spaltöffnungen sind auf der Unterseite beträchtlich, auf der Oberseite weniger zahlreich und besonders an den Nerven und in der Nähe der Basis der Blattlappen longitudinal gestreckt. Sie sind bei beiden Formen gleich zahlreich und über die Oberfläche der Epidermis etwas erhoben. — Die Palissaden sind bei den beiden Formen etwa in derselben Weise ausgebildet. — 2. Die Blattstiele. Die Spaltöffnungen sitzen sehr dünn. — Bei der Normalform treten zwischen und innerhalb der 8 Gefäßbündel große Luftgänge auf, die, gewöhnlich nur durch eingeschrumpfte Zellenplatten von einander getrennt, das ganze Centrum einnehmen. Die Alvarform hat keine solche

Luftgänge; die interstitienlosen, dünnwandigen Zellen, durch deren Auflösung die genannten Gänge gebildet werden, sind hier sogar kaum zu finden. Die Elemente sämtlicher Gewebe haben bei der Normalform größere Lumina. — 3. Die Blattscheiden. Die Lumina der Epidermiszellen sind größer bei der Normalform; die Außenwände sind bei dieser Form ein wenig dünner als bei der Alvarform (bezw. etwa 3 und 5 μ). Die Cuticula der Unterseite ist bei der Alvarform schärfer hervortretend und deutlicher longitudinal gestreift. — Die Spaltöffnungen sind sehr sparsam. — Bei beiden Formen treten Intercellulargänge im Mesophyll zerstreut auf; bei den Normalformen sind sie gewöhnlich weiter, bei der Alvarform etwas enger, als die Lumina der Mesophyllzellen. Außerdem finden sich in den mehr centralen Partien größere mit den acht Gefäßbündeln in einer Anzahl von ein oder zwei abwechselnde Luftgänge, die durch die Auflösung von dünnwandigen, auf dem Querschnitt isodiametrischen interstitienlosen Zellengruppen gebildet werden. Diese lysigenen Luftgänge sind nicht nur absolut, sondern auch relativ viel enger bei der Alvarform. Sie sind bei dieser von der oberen und unteren Epidermis etwa gleich weit entfernt und von beiden durch mehrere Zellenlagen abgetrennt; bei der Normalform laufen sie beträchtlich näher an der unteren Epidermis, von dieser nur durch eine zusammenhängende subepidermale, bisweilen noch von einer oder zwei darunter liegenden, von kleineren Zwischenräumen unterbrochenen Zellenschichten getrennt. — Die Scheide ist schwach assimilierend. — Die Lumina der Mesophyllzellen sind größer bei der Normalform; die Zellen sind bei beiden Formen langgestreckt und auf dem Querschnitt, mit Ausnahme der den Luftgängen zugehörigen und unmittelbar um diese liegenden, die polygonal sind, gerundet. — Die rings um die Gefäßbündel laufenden Bastbelegungen sind bei beiden Formen relativ gleich mächtig, aber etwas stärker bei der Alvarform gebaut, die nämlich, auch relativ, kleinere Zellumina als die Normalform hat. — Die Gefäßbündel sind bei beiden relativ gleich mächtig oder bei der Normalform etwas mächtiger. In der medianen Partie sind sie bei der Normalform etwas mehr der unteren, bei der Alvarform der oberen Seite genähert. Nach den Kanten zu haben sie bei beiden eine mehr intermediäre Lage. Die Gefäße sind weiter bei der Normalform.

Anatomie der Achsen. Die Spaltöffnungen des Stammes sitzen bei der Normalform ziemlich spärlich, bei der Alvarform etwas dichter. — Der äußere Teil des Grundgewebes ist bei beiden ziemlich schwach assimilierend, mit auf dem Querschnitt abgerundeten und von gewöhnlich kleinen Zwischenräumen getrennten Zellen. In den Fruchtstielen wird die assimilierende Thätigkeit dadurch größer, dass die Stiele tiefer als die unteren Internodien geriefelt sind, die assimilierende Fläche also vergrößert wird. Das assimilierende Gewebe ist relativ mächtiger, je höher die Internodien gelegen sind, und absolut wenigstens gleich mächtig in den

oberen, wie in den unteren Internodien. — Die Alvarform ist durchgehend kräftiger gebaut, als die Normalform, obschon jene viel weniger und kleinere Blätter, sowie auch weniger und kürzere Zweige trägt. Sowohl die die Gefäßbündel umgebenden Bastbelegungen als auch die diese verbindenden Teile des Grundgewebes sind nämlich bei der Alvarform in den vegetativen Internodien wie in den Fruchtstielen dickwandig und verholzt, bei der Normalform hingegen nur schwach mechanisch wirksam, mit Ausnahme jedoch der untersten Internodien. — Die centrale lysigene Höhlung ist relativ und absolut weiter bei der Normalform.

Myosurus minimus L.

Die Alvarform von Skogsby, die Normalform von fruchtbaren gebauten Feldern bei Färjestaden im westlichen Oeland.

Morphologie der Blätter. Sie sind bei der Alvarform viel kürzer und schmäler, sowie an Zahl reduciert. Bei beiden Formen sind sie beinahe cylindrisch.

Morphologie der Achsen. Der Blütenstiel ist mehrmals kürzer bei derAlvarform. Auch die Länge des Fruchtbodens ist bei dieser reduciert. Der vegetativ florale Teil des Stammes ist bei der Alvarform kaum herausdifferenziert; das Hypocotyl wird beinahe unmittelbar von der einfachen floralen Hauptachse (dem Blütenstiel) fortgesetzt. Die Normalform hat eine deutlich differenzierte, kurze und relativ dicke vegetativ florale Hauptachse, die mehrere florale Seitenachsen (Blüten) trägt.

Anatomie der Blätter. Beide Formen haben beinahe centrisch gebaute Blätter. Die Außenwände der Epidermiszellen sind bei der Normalform sehr dünn, bei der Alvarform beträchtlich dicker. — Die Spaltöffnungen sind bei beiden spärlich und longitudinal orientiert. — Die Luftgänge im Mesophyll der Normalform sind nach der Unterseite zu am weitesten. An der Oberseite und an den Kanten tritt typisches, von ein oder zwei Schichten mit ziemlich engen Intercellularen bestehendes Palissadengewebe auf. Die Blätter der Alvarform sind noch ausgeprägter centrisch gebaut, indem die Luftgänge so schmal sind, dass die hydrophile Structur der Normalform hier beinahe ganz zurückgetreten ist, und Palissaden in mehreren Lagen ringsumher und beinahe gleich typisch auf der Unter- wie der Oberseite entwickelt sind. Nur der centralste Teil des Mesophylls zwischen den Gefäßbündeln hat mehr isodiametrische Zellen. Ein Mediannerv und zwei Seitennerven treten bei beiden Formen, ziemlich weit innerhalb der Epidermis, auf.

Anatomie des Blütenstiels. Die Außenwände der Epidermiszellen sind in sämtlichen Regionen, auch bei der Alvarform recht dünn (kaum 3 μ dick); die Zellen sind mehr longitudinal gestreckt bei der Normalform. — Die Spaltöffnungen sitzen bei beiden spärlich. In den unteren Regionen des Blütenschaftes besteht die Rinde aus drei Lagen assimilierender,

sehr wenig longitudinal gestreckter, auf dem Querschnitt isodiametrischer, auf dem Längenschnitt ovaler Zellen. Sie sind bei der Normalform ein wenig mehr longitudinal gestreckt. Der Stereommantel wird von drei bis vier Lagen recht beträchtlich verdickter Zellen gebildet, und ist bei der Alvarform in diesen Teilen relativ etwas stärker als bei der Normalform. Die Hadromelemente sind bei beiden Formen ziemlich kleinlumig. Im übrigen verhalten sich die Formen gleichartig. — In den oberen Regionen ist der Blütenstengel beider Formen verdickt, und zwar bei der Normalform, sowohl absolut als relativ, im höheren Grade. Diese Verdickung wird teils von der Rinde, deren Zellenlagen (die gleichwie in den unteren Teilen assimilierend sind) an Zahl zugenommen haben, teils vom Marke, und zwar in überwiegendem Maße von jener bewirkt. Der Stereommantel ist in den oberen Teilen der Normalform recht schwach mit nur wenig verdickten Wänden, der der Alvarform dickwandiger und mächtiger.

Silene nutans L.

Die Alvarform von Borgholm, die Normalform von Kopenhagen.

Morphologie der Blätter. Sowohl die Grundblätter wie die höher sitzenden Blätter sind bei der Alvarform mehr aufrecht mit schärfer hinaufgebogenen Seitenhälften. Die Scheibe ist bei dieser kürzer und schmaler, aber mit absolut größerem Querschnitt. Auch die Blattstiele sind bei dieser Form kürzer.

Morphologie der Achsen. Die vegetativ florale Hauptachse ist bei der Alvarform kürzer und unten schmäler als bei der Normalform. Sie hat bei jener weniger und kürzere Zweige.

Anatomie der Blätter. 1. Die Spreiten der Grundblätter (Fig. 8 u. 9). Die Haare sind bei beiden Formen zahlreicher an der Unterseite. — Die Epidermiszellen beider Seiten sind bei beiden Formen gleich weit und beinahe isodiametrisch. Bei der Alvarform sind die Seitenwände der Epidermiszellen der Unterseite ganz oder beinahe gerade, bei der Normalform etwas schärfer wellig. Die Seitenwände der Oberseite sind bei der Alvarform deutlich, obschon ziemlich schwach wellig, bei der Normalform beinahe gerade. Vielleicht hängt dies mit der ungleichen Stellung und der daraus erfolgenden verschiedenartigen Exposition der Grundblätter bei den beiden Formen zusammen. — Die Spaltöffnungen sind bei beiden Formen ein wenig über die Epidermisoberfläche erhoben. — Die Palissaden sind bei der Normalform beinahe kubisch und bilden hier drei Lagen. Das Palissadenparenchym ist bei dieser Form vom Schwammparenchym nicht gerade scharf getrennt. Die Alvarform hat drei Lagen sehr typisch palissadenförmiger Zellen, darunter folgen ein oder zwei Lagen gewöhnlich ein wenig palissadenartiger Zellen. Das Mesophyll der Unterseite steht bei dieser Form im Übergang zu Palissadengewebe, in den meisten Fällen sind die Zellen der zwei untersten Lagen sogar typisch

palissadenförmig, obwohl weniger ausgeprägt als an der Oberseite. Bei der Alvarform sind die Palissadenzellen der Oberseite, oft auch der Unterseite sowohl an Quer- als Längsschnitten schief gestellt und also, zufolge der schief aufrechten Stellung und der aufgebogenen Kanten des Blattes, dem am stärksten einfallenden Lichtstrahl mehr oder weniger parallel orientiert. Bei der Normalform sind die Palissadenzellen nicht schief gestellt. — Große sphärische Idioblasten, die Drusen von Kalkoxalat enthalten, treten im Mesophyll beider Formen recht zahlreich auf. — Die Nerven haben keine in mechanischer Hinsicht nennenswert wirksame Belegungen. Nur der Mittelnerv der Alvarform hat auf seiner Unterseite etwas verdickte Bastzellenwände. — 2. Die Stiele der Grundblätter sind bei den Formen auf dem Querschnitt in Bezug auf Form und Größe recht verschieden. Bei der Alvarform sind sie tief rinnenförmig und in medianer Richtung mindestens gleich viel wie in lateraler ausgedehnt; bei der Normalform ist die Rinne seichter und beträchtlich breiter, und die Breite des Stieles übertrifft dessen medianen Durchmesser. Der Querschnitt ist viel größer bei der Normalform. — Die Cuticula ist bei der Alvarform in longitudinaler Richtung scharf gestreift, bei der Normalform eben. Die Außenwände der Epidermiszellen sind bei der Alvarform ungefähr doppelt so dick wie bei der Normalform (bezw. 7 und 3 μ). Die Spaltöffnungen sind bei beiden Formen sparsam und über die Epidermisoberfläche ein wenig erhöht. — 3. Die Spreiten der höher sitzenden Blätter. Die Epidermiszellen sind von der Oberfläche gesehen auf entsprechenden Seiten größer bei der Normalform. Die Seitenwände der (dem Lichte zugewandten) Unterseite sind sehr undeutlich, die der Oberseite ein wenig deutlicher wellig bei der Normalform; die Alvarform hat auf beiden Seiten gerade Wände. — Die Spaltöffnungen sind bei beiden Formen zahlreicher an der Unterseite. — Das Palissadenparenchym der Normalform ist an der Oberseite mehr typisch als in den Grundblättern derselben Form. Auch an der Unterseite ist das Mesophyll bei dieser Form bisweilen palissadenartig entwickelt, obschon nicht so ausgeprägt wie bei der Alvarform. Die höheren Blätter sind bei der letzteren Form mehr centrisch gebaut als bei der Normalform; der Unterschied ist in dieser Hinsicht doch nicht so groß wie zwischen den Grundblättern beider Formen. — Die Palissaden der höheren Blätter sind nur bei der Alvarform schief gestellt.

Anatomie der Achsen. 1. Die vegetativ florale Hauptachse. Die Außenwände der Epidermiszellen sind bei beiden Formen 3 bis 4 μ dick; am dicksten sind sie in den unteren Teilen des Stammes und in den Fruchtstielen. — Die Spaltöffnungen sind sparsam und über die Epidermisoberfläche recht beträchtlich erhoben. — Der chlorophyllführende, d. h. der ganze außerhalb des Stereommantels gelegene Teil der Rinde besteht aus mehreren Schichten von auf dem Querschnitt isodiametrischen oder mehr oder weniger quadratischen, bisweilen ein wenig palissadenartigen, jedoch

immer in der Längenrichtung des Stammes am meisten gestreckten Zellen. Keine Unterschiede sind hinsichtlich der Form der Zellen zwischen den beiden Formen zu entdecken. Der chlorophyllführende Teil der Rinde ist in den unteren Regionen absolut etwas mächtiger bei der Normalform, in den mittleren und oberen Regionen hingegen bei beiden Formen absolut gleich mächtig, also in Betracht der schmaleren Internodien der Alvarform relativ mächtiger bei dieser. — Das mechanische System zeigt sich in verschiedenen Regionen des Stammes verschiedenartig gebaut. Die Normalform hat in den der Wurzel am nächsten liegenden sehr kurzen und von Blattresten bedeckten Internodien keine mechanisch thätigen Elemente entwickelt. Ein breiter Libriformmantel ist doch gleich innerhalb des Leptoms angelegt, obwohl nicht mechanisch wirksam. Die Blattreste bewirken durch ihre dichte Masse vielleicht eine die Biegungsfestigkeit etwas erhöhende Leistung. — Die nächst oberen, deutlich exponierten, aber kurzen Internodien sind dagegen sehr kräftig gebaut. Schon in den unteren Teilen dieser letzteren Region erhält der Libriformcylinder verdickte Wände; auch die inneren Teile der Rinde erhalten hier etwas dickere Wände. In der Rinde wird nach oben zu ein mächtiger Stereommantel allmählich ausgebildet, unten durch einige dünnwandige, radial gestreckte, weitlumige Zellen vom Leptom getrennt und selbst aus ziemlich weitlumigen Zellen bestehend, weiter nach oben dagegen dem Leptom unmittelbar angelehnt und mit engeren Zelllumina versehen. Der Libriformcylinder wird kräftig entwickelt. Auch das Mark wird größtenteils ziemlich dickwandig und verholzt. — In den untersten angeschwollenen Knoten ist der äußere Teil der Rinde mächtig entwickelt und nach außen zu collenchymatisch, und der mechanische Mantel der Rinde hat hier größere Zelllumina und kürzere Zellen als in den Internodien. — In den höher liegenden, längeren Internodien wird der Libriformcylinder bei der Normalform allmählich schwächer und verliert bald seine mechanische Thätigkeit, während das mechanische Gewebe der Rinde bis in die Fruchtstiele mächtig ausgebildet ist. Die Verdickung der Markzellenwände nimmt nach oben zu schnell ab. — Die Alvarform hat nach dem, was ich habe finden können, keinen mechanisch thätigen Libriformcylinder. Im übrigen unterscheiden sich die Formen hinsichtlich des Baues der entsprechenden Teile der Achsen in keinem nennenswerteren Grade von einander. — Die Normalform ist wie oben erwähnt beträchtlich höher als die Alvarform. In Übereinstimmung hiermit sind die unteren Teile des Stammes bei jener Form viel dicker als bei dieser. Der Stamm ist mehr gleichmäßig dick bei der Alvarform, weshalb die Verschiedenheiten in der Dicke der beiden Formen in entsprechenden Regionen nach oben zu schnell vermindert werden. Diese Verschiedenheiten werden zum größten Teil vom Marke bewirkt. Der mechanische Mantel der Rinde nimmt an Mächtigkeit nach oben zu langsamer ab, und etwa in gleichem Maße bei beiden Formen, er ist absolut gleich oder

nahezu gleich mächtig, relativ aber beträchtlich mächtiger bei der Alvarform. — 2. Die Achsen der Herbstrosetten sind bei den beiden Formen etwa gleichartig gebaut. Mechanische Elemente sind hier gar nicht entwickelt. — 3. Die Rhizome entbehren bei beiden mechanischer Elemente. Nur an der Außenseite des Leptomcylinders besitzen einige Lagen etwas verdickte, aber unverholzte Zellwände. Ein zusammenhängender Mestomcylinder tritt in den Rhizomen auf. Die Rinde ist großzellig, teilweise verkorkt und bald zusammengeschrumpft. Die größere Dicke der Rhizome bei der Normalform wird vorzugsweise von der überwiegenden Ausdehnung des Markes bewirkt.

Saxifraga granulata L.

Die Alvarform von Skogsby, die Normalform vom westlichen Öländschen »Landtborg«.

Morphologie der Blätter. 1. Die Grundblätter. Die Spreiten haben bei der Alvarform geringere Flächenausdehnung, sind aber bei beiden Formen gleich dick. Die Stiele sind etwas kürzer, die Scheide ein wenig schmäler bei der Alvarform. Bei dieser sind die Grundblätter mehr zusammengedrängt, bei der Normalform sind sie durch, zwar kurze, Internodien deutlicher geschieden. — 2. Die floralen Zweige werden von Blättern gestützt, die schmäler und mit längeren, schmäleren und weniger zahlreichen Lappen versehen sind, je höher hinauf sie befestigt sind. Einige von den obersten Blättern sind ganzrandig und sehr schmal. Bei der Normalform hat das unterste Stützblatt etwa die gleiche Form und Größe wie die Grundblätter, und von jenem geschieht nach und nach der Übergang zu den obersten ungelappten Blättern. Bei der Alvarform hingegen hat schon das unterste Stützblatt eine von den Grundblättern ziemlich abweichende Form, und der Übergang hiervon zu den obersten Blättern geht mehr unmittelbar vor. Dies steht natürlich im Zusammenhang damit, dass der Blütenstand der Normalform eine größere Zahl von Zweigen, also auch von Stützblättern als die der Alvarform besitzt. Bei der Alvarform gehen die Scheiben sämtlicher floraler Stützblätter unmittelbar in die Scheiden über, bei der Normalform aber sind die unteren Stützblätter ziemlich langgestielt, obschon die Stiele breiter sind als die der Grundblätter.

Morphologie der Achsen. Die vegetativ florale Hauptachse ist bei der Alvarform kürzer, nach unten schmäler und mit wenigeren Zweigen versehen als bei der Normalform.

Anatomie der Blätter. 1. Die Spreiten der Grundblätter. Die Epidermis beider Formen ist an beiden Seiten in spaltöffnungsführende und spaltöffnungsfreie Felder differenziert (vgl. Engler [I]). Die den Spaltöffnungsgruppen zugehörigen Epidermiszellen sind kleiner als die übrigen. Der Inhalt der außer den Spaltöffnungsgruppen liegenden Zellen ist von Gerbstoff braun gefärbt. Die Epidermiszellen der genannten Gruppen sind

dagegen wenig oder gar nicht gefärbt. Die in den spaltöffnungsfreien Feldern gelegenen Epidermiszellen besitzen dickere Wände als die übrigen; die spaltöffnungsführenden Gruppen haben immer scharf wellige Seitenwände. — Die Spaltöffnungen sind in der Nähe der Nerven bei den beiden Formen in der Längsrichtung derselben mehr oder minder deutlich orientiert, im übrigen liegen sie mehr unregelmäßig. — Die Unterseite der Blätter der beiden Formen zeigt keine Verschiedenheiten. Sämtliche Epidermiszellen haben wellige Seitenwände, die außerhalb der Spaltöffnungsgruppen liegenden jedoch in weniger ausgeprägtem Grade. Über den Nerven finden sich keine Spaltöffnungen. Hier sind die Epidermiszellen am größten und in der Längenrichtung gestreckt. — Die über den Nerven befindlichen Zellen sind an der Oberseite der Blätter bei keiner der Formen in ihrer Längenrichtung so viel als die an der Unterseite gestreckt. In den spaltöffnungsfreien Feldern der Oberseite sind bei der Alvarform die Zellen von der Oberfläche gesehen viel größer, mit geraden Seitenwänden; bei der Normalform sind sie englumiger mit welligen Seitenwänden [1]. Die Spaltöffnungsgruppen nehmen auf dieser Seite bei der Normalform ein etwas größeres, bei der Alvarform ein beträchtlich kleineres Areal als die spaltöffnungsfreien Felder ein. — Bei den beiden Formen findet sich in der Blattscheibe typisches Palissadengewebe, aus etwa 3—4 Zellenlagen bestehend. Das Schwammparenchym hat ziemlich große Intercellularen; die Zellen sitzen am dichtesten in den Blattlappen. Das Mesophyll unterscheidet sich nicht wesentlich bei den beiden Formen; die Palissaden sind doch bisweilen bei der Alvarform, niemals aber bei der Normalform schief gestellt. Die Zellen der scharf hervortretenden Gefäßbündelscheide sind besonders bei der Alvarform ganz von Gerbstoff erfüllt. — 2. Die Stiele der Grundblätter. Die Epidermis- und die Mesophyllzellen sind longitudinal gestreckt, die letzteren mit ziemlich wohl entwickeltem Intercellularsystem. — Die Spaltöffnungen treten recht sparsam auf. — Collenchym fehlt. Ein geschlossener mechanischer Mantel mit verholzten Zellwänden ist rings um das einzige, centrale Gefäßbündel entwickelt; er ist auf der Unterseite am mächtigsten. — Die den mechanischen Mantel umgebende Gefäßbündelscheide tritt nicht so deutlich wie in den Blattscheiben hervor. — 3. Die Scheiden der Grundblätter. Die Scheiden sind breit und dick und hauptsächlich wie die Blattstiele gebaut. Die Epidermiszellen sind wie im Stiele longitudinal gestreckt, und braun gefärbte, unregelmäßige Zellreihen wechseln mit ungefärbten ab. — Spalt-

---

1) Leist (I) hat die zuletzt genannten Verschiedenheiten auch bei mehreren anderen Saxifrageen beobachtet. Vergl. l. c. S. 346: »Der Grad der Wellung wechselt an ein und derselben Species je nach dem umgebenden Medium und zwar so, dass an trockenen Standorten mehr die geradlinige, an feuchten die wellige Zellform zur Ausbildung kommt«.

öffnungen sind nicht zu entdecken. — Bei der Alvarform sind die Intercellularräume des Grundgewebes kleiner und der mechanische Mantel relativ kräftiger als bei der Normalform entwickelt. Der Gefäßstrang ist schmäler bei der Alvarform. — 4. Die Spreiten der höher sitzenden Blätter. Der Bau der oberen Blattscheiben differiert recht beträchtlich von dem der Grundblätter, und zwar sowohl bei der Alvar- wie bei der Normalform. Die Veränderungen werden ausgeprägter, je höher die Blätter sitzen und je mehr sie reduciert sind. Die obersten einfachen Blätter besitzen bei beiden Formen an beiden Seiten wellige Seitenwände der Epidermiszellen. In diesen Blättern sind die Epidermiszellen, mit Ausnahme der allerkleinsten, die Spaltöffnungen unmittelbar begrenzenden, bei beiden Formen in der Längenrichtung der Blätter gestreckt. Auch die Spaltöffnungen sind sowohl an der Ober- wie an der Unterseite in dieser Richtung mehr oder minder deutlich gestreckt. Sie sind, auch relativ, sparsamer bei der Alvarform. Bei dieser nehmen die spaltöffnungsführenden Gruppen ein kleineres, bei der Normalform ein etwas größeres Areal als die spaltöffnungsfreien Teile ein. Im Schwammparenchym der höher sitzenden Blätter werden die Intercellularräume allmählich kleiner, und die Schwammparenchymzellen dehnen sich in ausgeprägterem Maße gegen die Epidermis hin senkrecht aus. — In den Zipfeln der mittleren, schmalen Blätter und in den obersten ganzrandigen Blättern herrscht besonders bei der Alvarform oft sogar eine centrische Anordnung des Mesophylls: Palissadengewebe entwickelt sich ringsherum und besteht auf beiden Seiten des Blattes aus gleich vielen Schichten und aus gleichförmigen Zellen. Das Auftreten des Palissadengewebes auch an der Unterseite steht mit der nahezu aufrechten Lage dieser Blätter in Verbindung, wodurch die Unterseite der Einwirkung des directen Sonnenlichtes ausgesetzt wird. Diese Einwirkung äußert sich auch darin, dass die Palissaden der floralen Stützblätter bei beiden Formen, und zwar an beiden Seiten der Blätter eine sehr schiefe Stellung einnehmen, wodurch sie den Sonnenstrahlen nahezu parallel werden. Zumal wenn die Mesophyllzellen der Unterseite auf dem Querschnitt das Aussehen von ziemlich typischen Schwammparenchymzellen haben, nehmen sie auf dem Längsschnitt eine schiefe Stellung ein und zeigen eine mehr oder weniger ausgeprägte Palissadenform. (Die Grundblätter haben — vgl. oben — bei der Normalform senkrecht gegen die Epidermis gerichtete Palissaden, auch wenn die Blätter etwas emporgerichtet sind; bei der Alvarform sind dagegen die Palissaden je nach der verschiedenen Stellung der Grundblätter mehr oder weniger schief orientiert.) — 5. Die Scheiden der oberen Blätter. Bei der Alvarform sind schon in der Scheide des untersten Stützblattes die Intercellularen viel enger als in den Scheiden der Grundblätter, und diese Verschiedenheit wird noch ausgeprägter in den höheren Stützblättern. Bei der Normalform sind dagegen die Intercellularen auch in den ziemlich hoch

oben in der floralen Region befestigten Scheiden groß (weiter als die Zellenlumina).

Anatomie der Achsen. Leist sagt (I, S. 287): »Es zeigte sich, dass Klima und Standortsverhältnisse nicht im Stande sind, den Bau des Stengels (der Saxifrageen) zu influenzieren und Unterschiede zu bewirken, sondern dass derselbe von äußeren Einflüssen unabhängig ist.« Wie aus dem Folgenden hervorgeht, stimmen die Resultate, welche ich in Bezug auf *Saxifraga granulata* erreicht habe, mit dieser Behauptung nicht überein. — Der Bau der Blütenstandsachse dieser Art ist von Christ (I) beschrieben. Er hat indessen die Unterschiede zwischen dem Bau der untersten, durch die Bulbi und die Scheiden der Grundblätter bedeckten Teile und demjenigen des dieselben unmittelbar fortsetzenden langgestreckten floralen Teiles der Hauptachse nicht erwähnt. Auf die diesbezüglichen Unterschiede hat dagegen Leist (I) aufmerksam gemacht. Der obere, florale, größte Teil der Hauptachse ist durch einen geschlossenen extrafascicularen (nach Christ von den Gefäßbündeln zur Anlage vollkommen getrennten) Stereommantel und durch unmittelbar innerhalb desselben gelegene, von einander getrennte, im Querschnitt radial ausgedehnte Gefäßbündel gekennzeichnet. Der Stereomcylinder ist von dem dünnwandigen Rindenparenchym scharf geschieden. In den unteren Teilen des Stammes, auf der Grenze zwischen der floralen und der vegetativen Region, also in der Nähe der Bulbi, verändert sich allmählich der Bau. Die inneren Teile des Rindenparenchyms werden hier dickwandiger und der Stereommantel infolge dessen von dem nach außen liegenden Gewebe nicht länger scharf getrennt. Die Gefäßbündel werden mehr in tangentialer Richtung ausgestreckt, also einander mehr genähert und reichlicher mit dünnwandigem Parenchym versehen. — Weiter nach unten, in den zwischen den Bulbi versteckten Teilen schreiten die Veränderungen in der Weise fort, dass der Stereomcylinder weniger scharf differenziert und mit weiteren Zellenlumina versehen, also schwächer ausgebildet wird, das Rindenparenchym hingegen dickwandiger und in den untersten Teilen bis an die Epidermis sklerenchymatisch wird; ferner legen sich die Gefäßbündel dichter und vereinigen sich zu unterst in einen geschlossenen Cylinder. — Die entsprechenden Teile der floralen, bezw. der vegetativ floralen Regionen zeigen folgende erwähnenswerte Structurverhältnisse. Die Drüsenhaare stehen bei der Alvarform dichter, und ihre Stiele besitzen hier dickere Außenwände. — Die Außenwände der Epidermiszellen sind an den entsprechenden Internodien ungefähr doppelt so dick bei der Alvarform. (In den Mittelregionen der Blütenstandsachsen sind sie bei dieser Form 11 μ, bei denen der Normalform 5—6 μ dick.) — Die Spaltöffnungen sind bei der Alvarform dichter, bei beiden Formen sind sie longitudinal orientiert. — Das Rindenparenchym ist mit großen Luftgängen versehen, und die Zellen sind hier in der Längenrichtung des Stammes beträchtlich

ausgedehnt und auf dem Querschnitt mehr oder weniger isodiametrisch. Obschon der Stamm in den entsprechenden Regionen bei der Alvarform viel schmaler ist, hat jedoch die Rinde bei dieser wenigstens die gleiche Mächtigkeit wie bei der Normalform. Demzufolge liegt der mechanische Cylinder, auch relativ, bei jener Form viel näher am Centrum (etwa in der Mitte zwischen dem Centrum und der Peripherie in den Mittelregionen der Blütenstandsachse) als bei der Normalform, wo er weit nach der Peripherie hin gelegen ist. Der mechanische Cylinder ist bei beiden Formen gleich mächtig mit etwa gleich dicken Zellenwänden. — Die 8 Gefäßbündel, die unmittelbar innerhalb des Stereomcylinders liegen, sind bei der Alvarform einander beträchtlich mehr genähert. Auf dem Querschnitt sind sie bei dieser, jedoch nur absolut, etwas weniger ausgedehnt. Besonders das dünnwandige Protoxylem hat bei der Alvarform an Mächtigkeit abgenommen. Die Elemente der Gefäßbündel sind bei beiden Formen in etwa derselben Weise entwickelt; auch die Gefäße sind bei der Normalform nur wenig weiter. — Innerhalb des Stereomcylinders unmittelbar an den Gefäßbündeln, aber auch, obgleich spärlicher, in dem Mark, treten in longitudinalen Reihen angeordnete, langgestreckte parenchymatische Gerbstoffbehälter auf. Bei der Alvarform sind sie beträchtlich zahlreicher mit concentrierterem Inhalt als bei der Normalform. — Bei jener ist also das Mark am meisten reduciert, auch die Ausdehnung der Gefäßbündel ist, obgleich nur wenig, vermindert; das Rindenparenchym und der mechanische Cylinder haben dagegen dieselbe Mächtigkeit wie bei der Normalform beibehalten. — Am Übergange zu den vegetativen Stammteilen, ebenso wie am untersten, zwischen den Bulbi sind der mechanische Cylinder, bezw. die Endodermis, sowie die Gefäßbündel, dem Centrum relativ näher als in den oberen Teilen, und zwar bei der Alvarform noch näher als bei der Normalform. — Im übrigen finden sich keine Unterschiede im Bau der vegetativen Stammteile der beiden Formen. — In den Blütenstandsachsen höherer Ordnung verliert der Stereomcylinder bei beiden Formen seine mechanische Function und tritt als dünnwandiger und kleinzelliger Mantel auf. — Je näher den einzelnen Blütenstielen, desto undeutlicher werden die Unterschiede im Bau der Formen; nur die Außenwände der Epidermiszellen sind, wie in den Achsen niederer Ordnung, bei der Alvarform mindestens doppelt so dick wie bei der Normalform.

Trifolium arvense L.

Die Alvarform aus Resmo, die Normalform aus Stockholm.

Morphologie der Blätter. Die Alvarform hat kürzere und schmälere Blättchen als die Normalform; die Dicke ist bei beiden dieselbe.

Morphologie der Achsen. Sowohl die vegetativen als die floralen Achsen sind bei der Alvarform kürzer mit kürzeren und in den unteren

Regionen schmaleren Internodien. Die Zweige sind bei beiden Formen emporgerichtet und sitzen bei der Alvarform dichter.

Anatomie der Blätter. Die Behaarung ist bei beiden Formen ungefähr dieselbe. — Die Epidermiszellen der beiden Seiten sind gleich groß, bei der Normalform ein wenig größer als bei der Alvarform. Sie sind bei beiden in radialer Richtung abgeplattet, in der Längenrichtung des Blättchens nur wenig oder gar nicht gestreckt. Bei der Normalform sind sie farblos, bei der Alvarform auf beiden Seiten von Gerbstoff braun gefärbt. Die Außenwände sind an beiden Seiten sehr dünn, bei der Alvarform am dünnsten; die der Unterseite sind bei beiden Formen dicker als die der Oberseite (etwa 3 μ dick bei der Normalform, 1,5 μ bei der Alvarform). Die Cuticula ist überall schwach. Die Seitenwände sind an beiden Seiten wellig, an der Unterseite jedoch etwas schärfer; die Welligkeit tritt bei beiden Formen an den entsprechenden Seiten ungefähr gleich stark hervor. — Die Spaltöffnungen sind in der Längenrichtung der Blättchen ziemlich undeutlich orientiert; sie sitzen recht dicht, an beiden Seiten ungefähr gleich dicht, nur ein wenig dichter bei der Alvarform. Sie liegen etwas unter den Außenwänden der umgebenden Epidermiszellen vertieft. Das Palissadengewebe nimmt bei beiden Formen etwas mehr als die Hälfte von der Dicke des Blattes ein und verhält sich in jeder Hinsicht bei denselben gleich; die Zellen sind ungefähr gleich groß und bilden 1—2 Lagen; die Intercellularen sind recht weit. Das Schwammparenchym ist bei beiden Formen gleichartig.

Anatomie der Achsen. 1. Die vegetativ floralen Achsen. Die untersten Teile der Hauptachse sind bei der Normalform beträchtlich dicker. Die Behaarung ist (sowie auch in den höheren Regionen) reichlicher bei der Alvarform. — Die Epidermiszellen sind bei beiden Formen, in höherem Grade bei der Normalform, longitudinal gestreckt. — Die Spaltöffnungen sitzen bei beiden dünn, bei der Normalform noch dünner; die Spalten sind longitudinal orientiert. — Die Rindenzellen sind bei der Normalform tangentialer ausgedehnt und bei beiden Formen schwach assimilierend. — Die Baststränge sind bei beiden absolut etwa gleich mächtig oder bei der Normalform etwas mächtiger und bei beiden Formen im Querschnitte in radialer Richtung weniger, in tangentialer ausgedehnter als in den höheren Regionen; die Zellenwände sind bei beiden Formen gleich viel verdickt. Das Xylem ist beträchtlich mächtiger bei der Normalform. Die Gefäße sind zahlreicher und weiter bei dieser. — Das Leptom ist relativ gleich mächtig bei beiden und bildet einen ganz oder beinahe geschlossenen Mantel. — Das Mark und die Rinde sind bei der Alvarform viel dichter mit Stärke angefüllt. — In den mittleren Regionen der Hauptachse verändert sich einigermaßen der Bau. Die Epidermiszellen sind hier wie gewöhnlich longitudinal gestreckt, in höherem Grade bei der Normalform. — Die Spaltöffnungen sind longitudinal orientiert und bei beiden Formen dünn

sitzend. Die Rindenzellen der Alvarform sind nur wenig longitudinal gestreckt, im Längsschnitt beinahe cubisch; die der Normalform sind viel ausgeprägter longitudinal gestreckt. Das Xylem, das Leptom und der Bast sind bei der Normalform gleichförmiger angeordnet, da die Grenze zwischen dem Xylem- und dem Leptomcylinder im Querschnitt zirkelförmig ist, der Leptomcylinder fast dieselbe Dicke zwischen den Baststrängen wie innerhalb derselben hat und diese letzteren nach außen von einer fast zirkelförmigen Linie begrenzt werden. Bei der Alvarform liegen im Querschnitt in der Peripherie des Xylems nischenförmige Einbuchtungen dicht aneinander. Diese Nischen werden von den verhältnismäßig mächtigen Leptomgruppen ausgefüllt, die ebenso wie die unmittelbar nach außen gelegenen Baststränge isoliert sind. Sowohl die Bast- wie die Leptomstränge sind bei der Alvarform auch absolut mächtiger. Der Xylemteil ist dagegen bei der Normalform auch relativ mächtiger. Zu der Zunahme der Mächtigkeit tragen die dickwandigen Elemente verhältnismäßig viel mehr als die unverholzten Protoxylemelemente bei. — Die Stärke tritt im Mark und in der Rinde reichlicher bei der Alvarform auf. — Etwas höher hinauf ist bei der Normalform der Holzteil in der Peripherie etwas eingebuchtet, obschon nicht so ausgeprägt wie bei der Alvarform, und das Leptom zeigt eine größere Neigung zur gruppenweisen Isolierung. — In den obersten Internodien der Hauptachse wird der Bau bei den beiden Formen noch gleichförmiger. — 2. Die Blütenschäfte. Die Epidermiszellen sind bei der Normalform longitudinaler gestreckt. Die Spaltöffnungen sind ziemlich zahlreich bei der Alvarform, zerstreuter bei der Normalform. Diese Unterschiede stehen mit dem Umstande, dass die Blütenstiele bei der Normalform mehrere Male länger sind, im Zusammenhang. — Die Rindenzellen sind bei der Alvarform kräftiger assimilierend. Sie sind bei beiden longitudinal gestreckt, in höherem Grade bei der Normalform. An der Innenseite des Protoxylems findet sich eine schwache stereomatische Belegung. Die zwischen den Leptomsträngen liegenden Teile des Xylemmantels sind, wie es scheint, ausschließlich stereomatisch; bei der Normalform haben sie, ebenso wie der ganze Holzmantel, viel schwächere Wände. Im übrigen sind die Anordnungen bei beiden Formen dieselben. Bei beiden sind die Leptomgruppen isoliert.

Die unteren Internodien sind also bei der Normalform stärker gebaut. Der Bau nimmt bei dieser Form nach oben zu schnell an Stärke ab, und diese Veränderung rührt wesentlich von dem Abnehmen des Holzes an Stärke und Mächtigkeit her. Bei der Alvarform behält sich dagegen etwa dieselbe Stärke bis in die Blütenschäfte bei.

Trifolium procumbens L.

Die Alvarform aus Resmo, die Normalform aus Stockholm.

Habituell differieren die Formen den entsprechenden Standortsformen

von *T. arvense* fast analog. Die Blätter sind jedoch bei der Alvarform recht bedeutend dicker.

Anatomie der Blätter (Figg. 10 u. 11). In Form und Größe verhalten sich die Epidermiszellen bei beiden Formen im großen Ganzen auf dieselbe Weise. Die Außenwände der Epidermiszellen sind bei der Normalform auf beiden Seiten der Blättchen sehr dünn — kaum 1,4 μ dick —; über dem Hauptnerven ebenso wie über und unter den Seitennerven sind sie etwas dünner als über und unter dem Mesophyll. Die Cuticula ist bei der Normalform kaum unterscheidbar. An der Unterseite der Hauptnerven und in den Blattkanten sind die Außenwände etwas dicker (jedoch kaum 5 μ dick). Bei der Normalform sind im Querschnitt beinahe keine Unterschiede zwischen der Epidermis über und unter den Seitennerven einerseits und an den Mesophyllfeldern andererseits zu entdecken; nur sind die Zellen auf den letzteren etwas größer als sonst. Die Blätter sind überall ungefähr gleich dick. — Bei der Alvarform sind die Außenwände der Epidermiszellen etwas dünner als bei der Normalform, an der Unterseite kaum 3 μ, an der Oberseite noch weniger; die Cuticula ist sehr undeutlich; in den Blattkanten, sowohl an der Ober- als auch an der Unterseite, ebenso wie unter dem Hauptnerven sind die Außenwände gleichwohl fast 6 μ dick und die Cuticula tritt hier schärfer hervor, obgleich sie recht dünn ist. Ueber und unter den Seitennerven und über dem Hauptnerven sind sie äußerst dünn — etwa 1 μ dick; die Cuticula ist hier nicht unterscheidbar. Die Blätter scheinen an diesen Stellen am leichtesten nass zu werden. Die Zellen sind hier sehr klein, im Querschnitt in tangentialer Richtung nur wenig gestreckt mit viel kleineren Lumina als die übrigen Epidermiszellen. — Bei beiden Formen sind die Seitenwände auf der Unterseite stark, auf der Oberseite wenig wellig, über und unter den Nerven gerade. — Die Spaltöffnungen sitzen bei beiden Formen ungefähr gleich dicht und sind auf der Unterseite etwas zahlreicher. Sie sind den Seitennerven mehr oder weniger deutlich parallel orientiert; in der Nähe des Hauptnerven sind sie diesem parallel. — Die Palissaden sind bei der Normalform nicht so typisch ausgebildet; die Zellen sind hier kürzer und verhältnismäßig breiter als bei der Alvarform, oder sogar etwas schwammparenchymartig. — Die Bastbelege über und unter den Nerven sind bei der Alvarform ziemlich schwach, bei der Normalform beinahe gar nicht verdickt.

Anatomie der Achsen. Rücksichtlich der Ausbildung der Gewebe in den entsprechenden Regionen der beiden Formen sind keine nennenswerten Unterschiede zu finden. Die vegetativen Internodien sind beträchtlich dicker bei der Normalform; sie werden sehr wenig schmäler, je höher sie sitzen, und die Dicke nimmt ungefähr gleichmäßig ab bei beiden Formen. — Die Blütenstiele sind dagegen bei beiden Formen beinahe gleich dick. In den vegetativen Teilen ist nach oben zu das Mark, in den Blütenstielen außerdem das Xylem reduciert, Rinde, Bast und Leptom sind bei beiden

Formen am mächtigsten in den mittleren Regionen; sie nehmen nach den unteren Internodien bei beiden Formen in relativ demselben Maße ab, während sie in den Blütenstielen bei der Normalform, auch absolut, mehr abnehmen.

Litteratur-Verzeichnis.

Areschoug, F. W. C., I: Einfluss des Klimas auf die Organisation der Pflanzen, insbesondere auf die anatomische Structur der Blattorgane. — Engler's Bot. Jahrb. Bd. II, 1882.

——, II: Jämförande undersökningar öfver bladets anatomi. — Lund 1878.

Benecke, W., I: Nebenzellen der Spaltöffnungen. — Bot. Zeit. 1892.

Bergendal, D., I: Bidrag till örtartade dikotyledoners jämförande anatomi. — Lunds Univ. Årsskrift XIX. 1883.

Christ, K., I: Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Stengels der Caryophyllinen und Saxifrageen. — Diss. Marburg 1887.

De Bary, A., I: Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne. — Leipzig 1877.

Duval-Jouve, J., I: Histotaxie des feuilles des Graminées. — Ann. des sciences nat. 1875.

Eberdt, O., I: Die Transpiration der Pflanzen und ihre Abhängigkeit von äußeren Bedingungen. — Marburg 1889.

Engler, A., I: Monographie der Gattung *Saxifraga* mit besonderer Berücksichtigung der geographischen Verhältnisse. — Breslau 1872.

Giltay, E., I: Anatomische Eigentümlichkeiten in Beziehung auf klimatische Umstände. — Nederl. Kruidk. Arch. 1886.

Grevillius, A. Y., I: Om fanerogamvegetationen på Ölands alvar. — Bot. Notiser 1889.

——, II: Über den Bau des Stammes bei einigen localen Formen von *Polygonum aviculare*. — Bot. Centralbl. 1888.

Haberlandt, G., I: Über das Assimilationssystem. — Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1886.

Hackel, E., I: Monographia Festucarum Europaearum. — Cassel 1882.

——, II: Über einige Eigentümlichkeiten der Gräser trockener Klimate. — Zool. bot. Ges. Wien 1890.

Hann, J., I: Handbuch der Klimatologie. — Stuttgart 1883.

Hartman, C. J., I: Handbok i Skandinaviens Flora, 11 uppl. — Stockholm 1879.

Heinricher, E., I: Über isolateralen Blattbau mit besonderer Berücksichtigung der europäischen, speciell der deutschen Flora. — Pringsh. Jahrb. XV. 1884.

Hildebrand, F., I: Die Lebensdauer und Vegetationsweise der Pflanzen. — Engler's bot. Jahrb. 1881.

Hultberg, I: Anatomiska undersökningar öfver *Salicornia*, företrädesvis *S. herbacea* L. — Lunds Univ. Årsskr. XVIII.

Johow, F., I: Über die Beziehungen einiger Eigenschaften der Laubblätter zu den Standortsverhältnissen. — Pringsh. Jahrb. XV. 1884.

Kerner v. Marilaun, A., I: Das Pflanzenleben der Donauländer. — Innsbruck 1863.

Kjellman, F. R., I: Skandinaviska fanerogamflorans utvecklingshistoriska element. — Öfvertryck efter offentliga föreläsningar 1886.

Klausch, P., I: Über die Morphologie und Anatomie der Blätter von *Bupleurum* mit Berücksichtigung des Einflusses von Klima und Standort. — Leipzig 1887.

Kohl, F. G., I: Die Transpiration der Pflanzen und ihre Einwirkung auf die Ausbildung pflanzlicher Gewebe. — Braunschweig 1886.

KRAŠAN, F., I: Die Erdwärme als pflanzengeographischer Factor. — ENGLER's Bot. Jahrb. 1882.

KUHLMANN, E., I: Über den anatomischen Bau des Stengels der Gattung *Plantago*. — Inaug.-Diss. Kiel 1887.

LEIST, K., I: Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Saxifrageen. — Bot. Centralbl. 1890.

LUNDSTRÖM, A. N., I: Pflanzenbiologische Studien. I. Anpassungen der Pflanzen an Regen und Thau. — Upsala 1884.

NILSSON, A., I: Studier öfver stammen såsom assimilerande organ. — Göteborgs K. Vet. och Vitterh. Samh. Handl. 1887.

NILSSON, N. HJ., I: Dikotyla jordstammar. — Lunds Univ. Årsskr. XXI. 1885.

PICK, H., I: Über den Einfluss des Lichtes auf die Gestalt und Orientierung der Zellen des Assimilationsgewebes. — Bot. Centralbl. 1882. Bd. IX.

——, II: Beiträge zur Kenntnis des assimilierenden Gewebes armlaubiger Pflanzen. — Inaug.-Diss. Bonn 1881.

SJÖSTRAND, M. G., I: Calmar läns och Ölands Flora. — Calmar 1863.

STAHL, E., I: Einige Versuche über Transspiration und Assimilation. — Bot. Zeit. 1894.

STENSTRÖM, K. O. E., I: Über das Vorkommen derselben Arten in verschiedenen Klimaten an verschiedenen Standorten, mit besonderer Berücksichtigung der xerophil ausgebildeten Pflanzen. — Flora 1895.

TSCHIRCH, A., I: Beiträge zu der Anatomie und dem Einrollungsmechanismus einiger Grasblätter. — PRINGSH. Jahrb. XIII. 1882.

——, II: Über einige Beziehungen des anatomischen Baues der Assimilationsorgane zu Klima und Standort. — Linnaea, Bd. IX. 1881.

UNGER, F., I: Anatomie und Physiologie der Pflanzen. — Wien, Leipzig 1855.

VESQUE, J., I: L'espèce végétale considérée au point de vue de l'anatomie comparée. — Ann. des sc. nat. Série VI. Tome XIII.

——, II: Caractères des principales familles gamopétales tirés de l'anatomie de la feuille. — Ann. des sc. nat. Série VII. Tome I.

VOLKENS, G., I: Zur Kenntnis der Beziehungen zwischen Standort und anatomischem Bau der Vegetationsorgane. — Jahrbuch des k. bot. Gartens zu Berlin, Bd. III, 1884.

——, II: Die Flora der ägyptisch-arabischen Wüste. — Berlin 1887.

WARMING, E., I: Om Grönlands Vegetation. — Medd. om Grönland XII. Kjøbenhavn 1888.

——, II: Plantesamfund. Grundtraek af den oekologiske Plantegeografi. — Kjøbenhavn 1895.

——, III: Om Skudbygning, Overvintring og Foryngelse. — Kjøbenhavn 1884.

——, IV: De psammophile Vegetationer i Danmark. — Vidensk. Medd. Naturh. Forening 1891.

——, V: Fra Vesterhavskystens Marskegne. — Ibidem 1890.

WILLE, N., I: Om de mekaniske Aarsager til at visse Planters Bladstilke krumme sig ved Temperaturer, der naerme sig Frysepunktet. — Öfvers. af Sv. Vet. Ak. Förh. Stockholm 1884.

WIESNER, J., I: Grundversuche über den Einfluss der Luftbewegungen auf die Transpiration der Pflanzen. — Sitzber. d. k. Acad. d. Wiss. 1887.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

Fig. 1. *Plantago lanceolata.* Querschnitt des Blattes der Normalform, in der Nähe des Mittelnerven ($^{90}/_{1}$).

Fig. 2. *P. lanceolata.* Querschnitt des Blattes der Alvarform, in der Nähe des Mittelnerven ($^{90}/_{1}$).

Fig. 3. *P. maritima.* Querschnitt des Blattes der Normalform ($^{45}/_{1}$).

Fig. 4. *P. maritima.* Querschnitt des Blattes der Alvarform, f. *angustissima* ($^{45}/_{1}$).

Tafel II.

Fig. 5. *P. minor.* Querschnitt der Blütenstandsachse im Stadium der Fruchtreife ($^{90}/_{1}$).

Fig. 6. *Pimpinella Saxifraga.* Querschnitt durch die Scheide eines schmallappigen, etwas unter der Mitte des Stammes befestigten Blattes der Normalform ($^{90}/_{1}$).

Fig. 7. *P. Saxifraga.* Querschnitt durch eine entsprechende Scheide bei der Alvarform ($^{90}/_{1}$).

Fig. 8. *Silene nutans.* Querschnitt eines Grundblattes der Normalform, nahe an dem Mittelnerven ($^{90}/_{1}$).

Fig. 9. *S. nutans.* Querschnitt eines Grundblattes der Alvarform, nahe an dem Mittelnerven ($^{90}/_{1}$).

Fig. 10. *Trifolium procumbens.* Querschnitt eines Blättchens der Normalform, nahe an dem Mittelnerven ($^{90}/_{1}$).

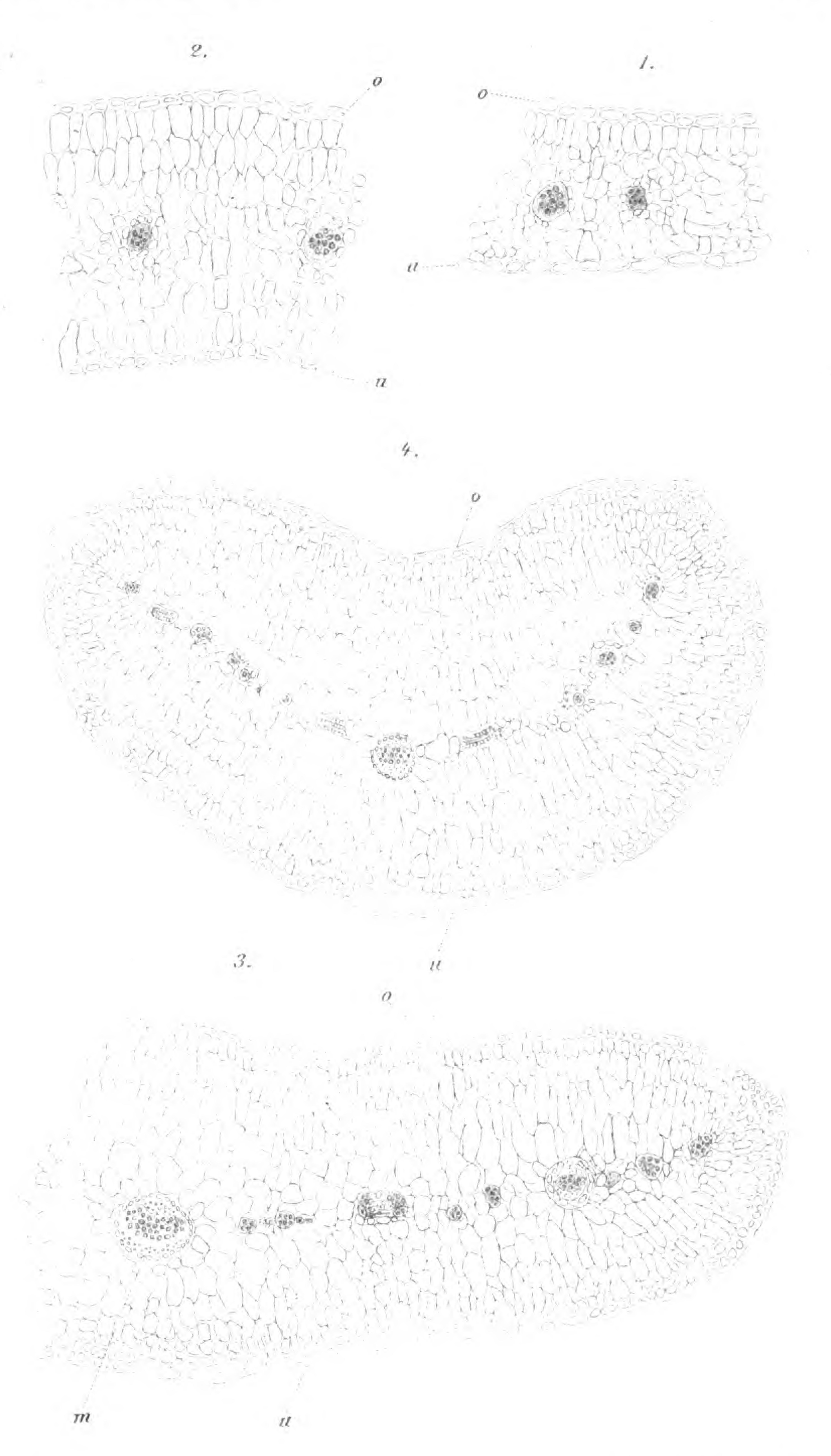
Fig. 11. *T. procumbens.* Querschnitt eines Blättchens der Alvarform, nahe an dem Mittelnerven ($^{90}/_{1}$).

Tafel III.

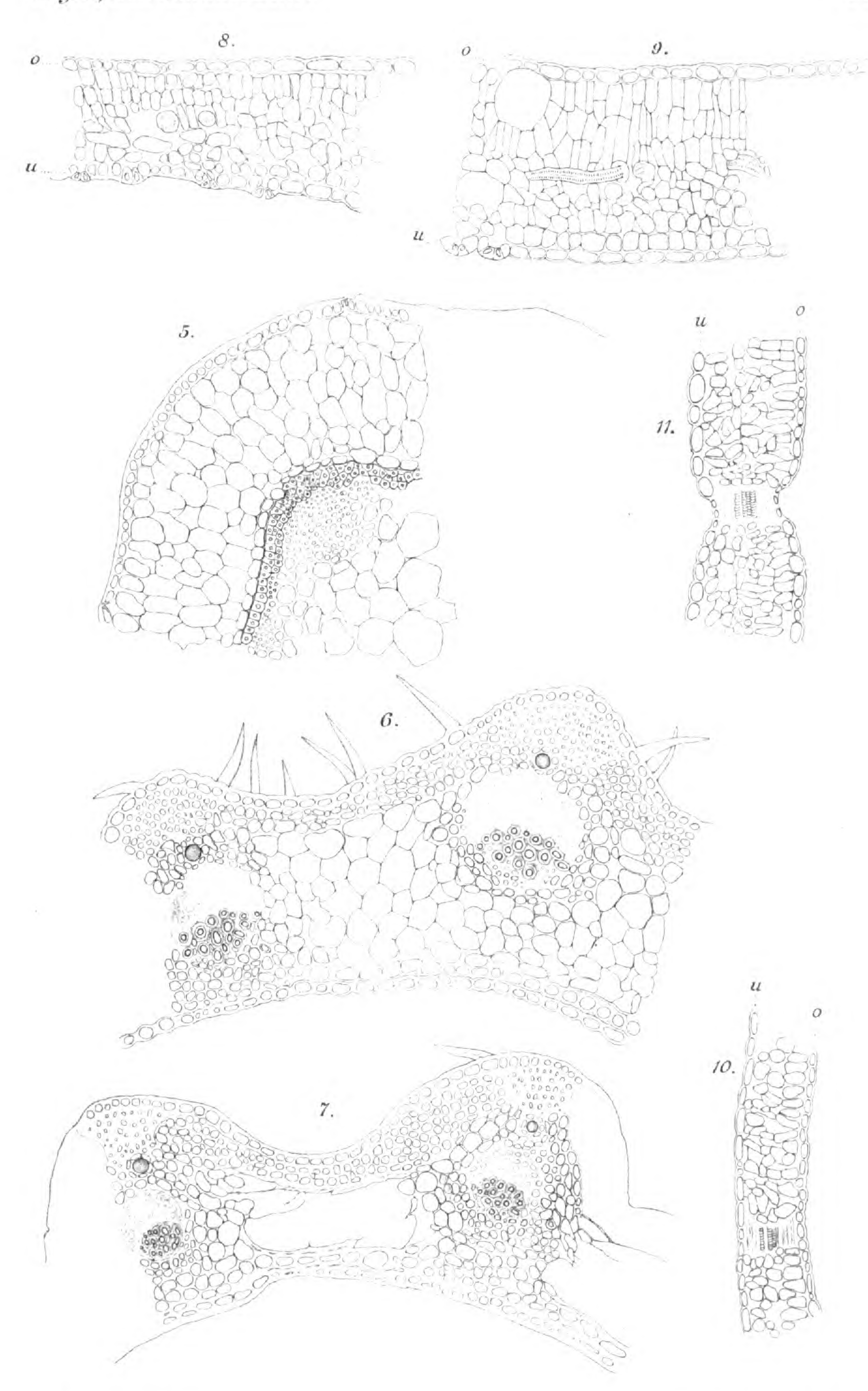
Fig. 12. *Pimpinella Saxifraga.* Querschnitt des Stammes der Normalform, unmittelbar über den Grundblättern ($^{90}/_{1}$).

Fig. 13. *P. Saxifraga.* Querschnitt der entsprechenden Region der Alvarform ($^{90}/_{1}$).

e = Epidermis, *m* = Mittelnerv, *o* = obere, *u* = untere Epidermis. — Die Schnitte beziehen sich sämtlich zur Mitte der Internodien, bezw. der Blattspreiten oder -scheiden.



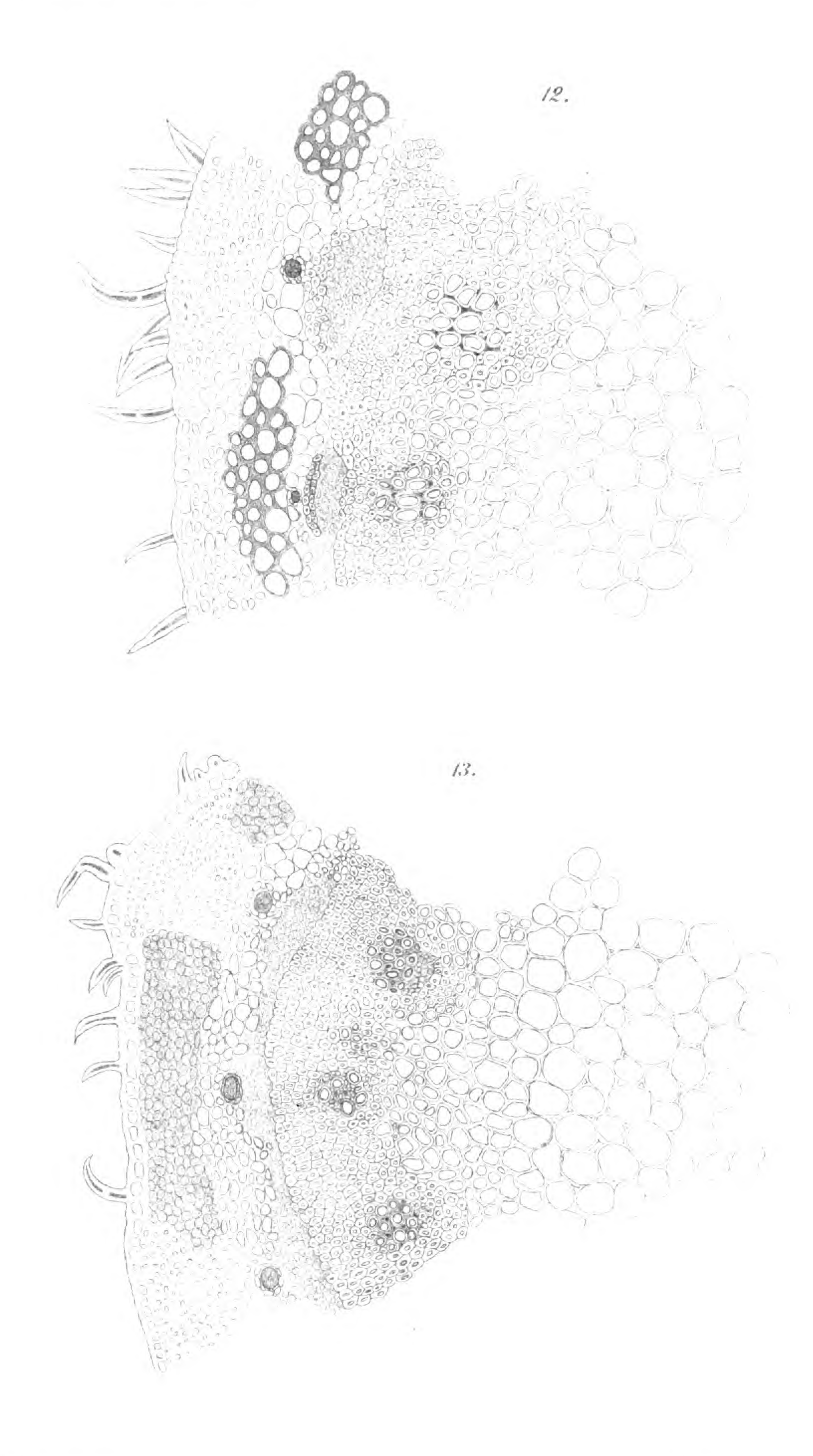
A. Y. Grevillius gez.
Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig
Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig



A. Y. Grevillius gez.

Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.

Verlag v. Wilh. Engelmann Leipzig.



A. Y. Grevillius gez. Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig.
Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig.